

UNIVERSIDAD DE CUENCA



Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación
Carrera de Matemáticas y Física
“Elaboración de material didáctico para la enseñanza de ciertos temas de física II de la carrera de matemáticas y física de la Universidad de Cuenca”

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título
de Licenciadas en Ciencias de la Educación en
Matemáticas y Física

AUTORES:

Viviana Elizabeth Carchi Santos CI: 0107397929

Thalía Cristina Segovia Bermejo CI: 0105366124

DIRECTOR:

Dr. Alberto Santiago Avecillas Jara CI: 1704208816

CUENCA – ECUADOR

2018

RESUMEN

A través del análisis de datos obtenidos en las encuestas realizadas a los estudiantes de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca y entrevista a la docente de la asignatura, se evidencia la falta de aprendizaje significativo que los estudiantes presentan en la asignatura de Física II, por lo que, se desarrolla el siguiente trabajo de titulación, el cual se encuentra enfocado a la elaboración de material didáctico concreto para la enseñanza de ciertos temas de esta asignatura. Dentro de la propuesta se ha desarrollado una serie de materiales didácticos concretos cada uno de ellos con su respectiva guía en la cual se plantean sugerencias con varias actividades a desarrollarse en la clase, con el fin de brindar un recurso de apoyo al docente, así también que permita mejorar el nivel de aprendizaje significativo en la asignatura, ya que es importante que los estudiantes sean capaces de relacionar sus conocimientos con situaciones cercanas a su realidad.

Palabras Claves: Física II, Conductismo, Aprendizaje significativo, Material didáctico concreto.

ABSTRACT

Through the analysis of the compilation of information obtained in the surveys applied to the mathematics and physics' students of the university of Cuenca and with the interview to the teacher of the subject, it is evident the lack of significant learning that students present in physic II, because of, it is developed the following degree work, which is focused in the elaboration of concrete didactic material to teach hundred of topics about the subject. In the proposal a set of didactic material is developed each one of them with the respective guide in which suggestions are raised with various activities to be developed in the class, in order to provide a resource of support to the teacher, as well as to improve the level of significant learning in the subject, since it is important that students are able to relate their knowledge with situations close to your reality.

Keywords: Physic II, Conductism, Significant learning, Concrete didactic material



INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO 1.....	14
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	14
1.1 Problema.....	14
1.2 Enfoques pedagógicos.....	14
1.2.1 El Aprendizaje Significativo en el campo educativo.	15
1.3 Recursos didácticos.....	18
1.3.1 Clasificación	19
1.3.2 Ventajas y Desventajas	19
1.3.3 Recursos didácticos en la enseñanza de la Física	20
CAPÍTULO II.....	23
METODOLOGÍA Y RESULTADOS	23
2.1 Metodología	23
2.2 Selección de la muestra	23
2.2.1 Encuestas y Entrevista	24
2.3 Análisis de resultados.	25
2.4 Conclusión.....	35
CAPITULO III	36
PROPUESTA.....	36
Esquema de la propuesta.	36
CONCLUSIÓN	129
RECOMENDACIONES	131
BIBLIOGRAFÍA	132
LINCOGRAFÍA.....	135
ANEXOS.....	136

LISTA DE GRÁFICAS

GRÁFICA 2.1 “HORAS DE ESTUDIO AUTÓNOMO”	25
GRÁFICA 2.2 “REVISIÓN PREVIA DEL TEMA”	26
GRÁFICA 2.3 “NIVEL DE COMPLEJIDAD”	27
GRÁFICA 2.4 “RELACIÓN DE LA TEORÍA CON SITUACIONES REALES”	28
GRÁFICA 2.5 “FRECUENCIA CON LA QUE EL DOCENTE EMPLEO DE MATERIAL DIDÁCTICO EN LAS CLASES”	29
GRÁFICA 2.6 “EMPLEAR MATERIAL DIDÁCTICO MEJORA EL APRENDIZAJE”	30
GRÁFICA 2.7 “EL USO DEL MATERIAL DIDÁCTICO ES INDISPENSABLE”	31

Cláusula de Propiedad Intelectual

Viviana Elizabeth Carchi Santos, autora del trabajo de titulación “Elaboración de material didáctico para la enseñanza de ciertos temas de física II de la carrera de matemáticas y física de la Universidad de Cuenca”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 21 de noviembre de 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Viviana Carchi", written over a horizontal line.

Viviana Elizabeth Carchi Santos

C.I: 0107397929



Cláusula de Propiedad Intelectual

Thalía Cristina Segovia Bermejo, autora del trabajo de titulación “Elaboración de material didáctico para la enseñanza de ciertos temas de física II de la carrera de matemáticas y física de la Universidad de Cuenca”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 21 de noviembre de 2018

Thalía Cristina Segovia Bermejo

C.I: 0105366124

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Viviana Elizabeth Carchi Santos en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Elaboración de material didáctico para la enseñanza de ciertos temas de física II de la carrera de matemáticas y física de la Universidad de Cuenca”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 21 de noviembre de 2018



Viviana Elizabeth Carchi Santos

C.I: 0107397929

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Thalía Cristina Segovia Bermejo en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Elaboración de material didáctico para la enseñanza de ciertos temas de física II de la carrera de matemáticas y física de la Universidad de Cuenca”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 21 de noviembre de 2018



Thalia Cristina Segovia Bermejo

C.I: 0105366124

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a Dios, que nos ha permitido llegar hasta donde nos encontramos ahora, por las incontables bendiciones recibidas a lo largo de la carrera, por la vida de nuestros padres y permitirnos disfrutar a lado de las personas que más amamos.

A nuestros padres, por el apoyo incondicional recibido en cada etapa del desarrollo de esta tesis, por siempre buscar lo mejor para nosotras y brindarnos los mejores consejos en momentos oportunos.

A nuestros docentes que con su sabiduría supieron guiarnos y prepararnos de la mejor manera como profesionales y personas de bien, aptas para incursionar en el campo laboral.

Al Dr. Santiago Avecillas, director de Tesis, que con su sabio conocimiento e ingeniosas recomendaciones permitieron el desarrollo adecuado de cada capítulo de la presente tesis, por su confianza, paciencia y dirección de este trabajo.

Al Magister Patricio Guachún, docente y amigo que con su experiencia, conocimiento y sugerencias nos orientó y brindó su apoyo durante el desarrollo de esta tesis.

-Viviana Elizabeth Carchi Santos

-Thalía Cristina Segovia Bermejo

DEDICATORIA

A mis padres María Santos y Segundo Carchi, mi pilar fundamental, que con sus sabios consejos, comprensión, amor incondicional y palabras de aliento en momentos difíciles supieron encaminarme y guiarme de manera oportuna por el sendero del bien, forjando en mí, valores, principios, perseverancia y coraje necesario para salir adelante y lograr mis metas y objetivos.

A mis hermanos Rommel Carchi y Bryam Carchi por su apoyo e inmenso cariño.

A ti, que llegaste a mi vida a llenarla de alegría y luz cuando menos lo esperaba, pero cuando más lo necesitaba, por tus palabras de aliento y apoyo incondicional en cada momento.

Es para mí un gran placer y satisfacción inmensa poder dedicar este trabajo a cada uno de ustedes, pues haber logrado todo esto es en gran parte gracias a ustedes.

Los amo.

-Viviana Elizabeth Carchi Santos

DEDICATORIA

*Llena de júbilo dedico mi trabajo de titulación a mis seres amados, quienes han sido mi pilar
más grande.*

*Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles este trabajo, que con tanto esfuerzo logré
culminar.*

*A mis padres Claudio y Martha, quienes han sido mi motor de arranque, apoyo y motivación
en todo momento. A ellos les debo cada uno de mis logros.*

A mi hija Allisson, por ser mi mayor inspiración de superación personal y profesional.

*A Ismael, por ser mi compañero de vida, quien, con sus palabras de aliento y confianza, me
ayudó a culminar mi carrera universitaria.*

Y, a mis hermanos Andy y Jaky, por estar siempre apoyándome en mis estudios.

Esto es posible gracias a ustedes.

-Thalía Cristina Segovia Bermejo

INTRODUCCIÓN

Durante muchos años la enseñanza de la Física se ha enmarcado únicamente en el uso de la pizarra, lápiz y papel, hoy en día, tales recursos no son suficientes para lograr un aprendizaje significativo en los estudiantes, por lo que, su enseñanza se torna un arduo reto para muchos docentes. Por tal razón, se hace pertinente el uso de nuevos recursos, estrategias y metodologías que permitan despertar el interés por esta ciencia.

La Física al ser una ciencia experimental, posibilita la implementación de recursos didácticos dentro de su enseñanza que permitan a los estudiantes a través de la manipulación y experimentación visualizar los fenómenos físicos y relacionarlos con situaciones reales. De ahí, la importancia de desarrollar el presente trabajo de titulación, el cual se enfoca en la elaboración de material didáctico concreto para la enseñanza de ciertos temas de la Física II en la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca, con el cual se pretende mejorar el nivel de aprendizaje significativo en la asignatura y que los estudiantes sean capaces de relacionar sus conocimientos con su diario vivir, y a su vez, permita prepararlos para ejercer de la mejor manera su profesión como futuros docentes.

Por otra parte, el trabajo se encuentra dividido en tres capítulos, los cuales se distribuyen de la siguiente manera: En el primer capítulo se explica la fundamentación teórica, donde se aborda el problema desde el punto de vista de algunos autores conductistas y constructivistas, así también se explica la importancia del uso de material didáctico concreto en la enseñanza de la Física.

En el segundo capítulo se encuentra el análisis de los resultados de las encuestas efectuada a los estudiantes y entrevista realizada a la docente de la asignatura que

permitieron evidenciar la falta de aprendizaje significativo. Finalmente, en el tercer capítulo, se desarrolla una guía donde se plantean algunas clases haciendo uso del material didáctico concreto con una serie de sugerencias para el docente.

Durante el desarrollo de este trabajo, uno de los obstáculos que dificultó el mismo, fue la elaboración del material didáctico. Pues previo a su elaboración se debía pensar que material podría resultar útil y llamativo para cierto tema, luego proceder con su diseño, elaboración y corrección de aquellas cosas que dificultaban su manipulación o comprensión; sin embargo, estos obstáculos permitieron elaborar material didáctico concreto de calidad y que cumplan con las expectativas deseadas.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Problema

La enseñanza de la Física siempre ha tomado un rol sumamente importante dentro del proceso de enseñanza- aprendizaje, pues hoy en día es indiscutible la gran influencia que ejercen los conocimientos de la Física en el estudio de las demás ciencias. Según la *revista de Educación y Pedagogía* (1997) afirma que gran parte de carreras científicas cuyo tema central no es la Física incluyen, al menos, un curso de esta materia. Entonces, resulta obvia la importancia que toma la comprensión de los conceptos físicos por parte de los estudiantes en dicha asignatura.

Sin embargo, Kohler (2005) afirma que, en todos los niveles educativos, desde el nivel básico hasta el nivel superior, existe una alta incidencia de fracaso en los estudios de asignaturas científicas como la Matemática y la Física, siendo así, como en la actualidad su enseñanza aún resulta un reto y desafío continuo para muchos docentes en lograr aprendizajes significativos en sus estudiantes.

1.2 Enfoques pedagógicos

Es oportuno señalar que, a lo largo de la historia de la educación se han encontrado diversos tipos de enfoques educativos, cada uno de ellos respondiendo a las exigencias correspondientes a su época; siendo así, como todo sistema educativo parte de fundamentos pedagógicos relacionados con algún tipo de enfoque para enriquecer el quehacer educativo.

Todos los enfoques educativos cumplen un rol importante dentro del ámbito educativo, pues estos han hecho posible el surgimiento de explicaciones y de

herramientas metodológicas y tecnológicas para abordar, desde diferentes perspectivas, el proceso educativo. Además, estos sirven como instrumento teórico de trabajo y como orientación en su práctica didáctica a los profesionales y futuros profesionales.

1.2.1 El Aprendizaje Significativo en el campo educativo.

No cabe duda que el aprendizaje ha sido la principal razón de ser de la formación académica, profesional y humana de los estudiantes y, aún más, una responsabilidad de la educación. Por ello, a lo largo de su evolución, expertos en educación han tratado de buscar métodos, estrategias y herramientas que puedan ser puestas en marcha en el aula de clases, a fin de lograr aprendizajes significativos que permitan a los estudiantes estar en capacidad de desenvolverse con calidad en la vida profesional y social, tal como lo menciona el pedagogo José Martí sobre la educación como la “preparación del hombre para la vida”.

Por otro lado, David Ausubel (1963), quien ha sido el máximo representante del aprendizaje significativo, sostiene que “de todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante es lo que el alumno ya sabe. Averígüese eso y enséñese en consecuencia”. En otras palabras, se adquiere el nuevo conocimiento a partir de lo que ya se sabe, permitiendo un aprendizaje duradero ya que la nueva información será guardada en su memoria a largo plazo.

Una educación basada en los planteamientos de Ausubel debe considerar la interacción cognitiva de los conocimientos nuevos y previos como clave del aprendizaje significativo, refutando el aprendizaje mecánico que es aquel que mayor predominancia conserva en las aulas, más aún en la enseñanza de la Física, ya que gran parte de los alumnos la interpretan como un conglomerado de fórmulas,

definiciones y respuestas que deben ser memorizadas reproduciéndolas únicamente en pruebas y exámenes.

Ausubel (1963) también menciona que el aprendizaje significativo es el mecanismo humano por excelencia para adquirir y almacenar la inmensa cantidad de ideas e informaciones representadas en cualquier campo de conocimiento, asumiendo que lo primordial para lograr un aprendizaje significativo es que el profesor genere espacios de aprendizaje centrado en la práctica deliberada, de tal forma que, sumerja al estudiante en un cúmulo de tareas o problemas desafiantes, pero factibles y que involucren la práctica del pensamiento y del desempeño científico. Pues para Wieman (2013), el rol del profesor es ayudar a sus estudiantes a aplicar conocimientos científicos básicos a situaciones de la vida real, y ofrecer incentivos apropiados para estimular sus habilidades necesarias, así como una continua retroalimentación para ayudarlos a permanecer en la tarea.

En definitiva, la enseñanza a través del aprendizaje significativo valora profundamente el conocimiento previo de los alumnos, pues para Moreira (2014), “no tiene sentido enseñar sin tener en cuenta el conocimiento previo de los alumnos en alguna medida” (p.7). Asimismo, pretende crear seres humanos con capacidad reflexiva, argumentativa, seres capaces de crear su conocimiento, aplicar lo aprendido, explicar y resolver problemas.

No obstante, la educación en nuestro sistema educativo no descarta ciertos principios del enfoque conductista que ayudan a lograr un aprendizaje significativo, como lo menciona Picado (2001), que a lo largo de la historia de la educación, dentro de la problemática educativa, los principios psicológicos que más influencia han tenido en el campo de la educación han sido, sin temor a equivocarse, los principios del

conductismo; los cuales aún se encuentran vigentes en la práctica educativa de hoy en día. Siendo los más evidentes y necesarios, tales como, que la institución construya el contenido y lo organice de manera jerárquica para entregárselo al docente y este se lo transmita al estudiante; además, el profesor siempre está pendiente del proceso educativo del estudiante, interviniendo y evaluando frecuentemente en el proceso de enseñanza-aprendizaje; dicha evaluación se centra en los conocimientos y en el comportamiento del estudiante.

Así también, la enseñanza bajo la concepción de la teoría conductista propuesta por John Watson se manifiesta como un cambio de comportamiento, que refleja una adquisición de conocimientos o habilidades a través de la experiencia. Es así como Watson defiende el uso de procedimientos netamente experimentales para estudiar el comportamiento observable, propios de las ciencias naturales.

A través del estudio del comportamiento objetivo se han descubierto leyes y principios exclusivos de la psicología y traspoladas a situaciones de la práctica educativa, tornándose, así como una posibilidad de ayudar a mejorar el sistema educativo.

Tomando en cuenta los principios del enfoque conductista para lograr un aprendizaje significativo, se ha visto oportuno que dentro de la propuesta conste la elaboración de una guía didáctica dirigida al docente, que brinde sugerencias para el correcto manejo del material didáctico concreto para la enseñanza de la Física II. Pues la guía didáctica, al ser una herramienta compuesta de pautas y pasos, busca generar una respuesta y un cambio de conducta en el estudiante.

Para terminar, las teorías del aprendizaje han resultado de vital importancia ya que estas han respondido a las necesidades de cada época. Entonces, no se puede

excluir y rechazar rotundamente a ninguna de ellas, pues dentro del aula de clases el docente puede emplear las diferentes teorías que se consideren necesarias y oportunas para cada situación, tomando en cuenta que cada estudiante aprende de diferente forma y ritmo; todas estas han de apuntar a que el estudiante adquiera un aprendizaje significativo.

1.3 Recursos didácticos

Los recursos didácticos juegan un papel muy importante dentro de la enseñanza, y más aún cuando el docente busca que su estudiante adquiera un aprendizaje significativo, puesto que es un nexo entre las palabras y la realidad. Si bien es cierto que, el proceso de enseñanza-aprendizaje se debería desarrollar dentro de un contexto que se encuentre inmerso en una situación real; no obstante, esto no es posible realizarlo en su totalidad; por tal razón se hace necesario el uso de material didáctico que sustituya de la mejor forma posible a la realidad, el cual facilite un aprendizaje con sentido para el estudiante.

Margarita Castañeda menciona que: “Un medio didáctico es un recurso de instrucción que proporciona al alumno una experiencia indirecta de la realidad, y que implica tanto la organización didáctica del mensaje que se desea comunicar, como el equipo técnico necesario para materializar ese mensaje”.

1.3.1 Clasificación

La clasificación del material didáctico se lo puede hacer de las más diversas y variadas formas; sin embargo, según Ogalde & Bardavid, una de las clasificaciones que mejor se acomoda es la siguiente:

- Materiales auditivos: grabaciones.
- Materiales de imagen fija: Cuerpos opacos, fotografías, transparencias.
- Materiales gráficos: acetatos, carteles, pizarrón, rota folio.
- Materiales impresos: texto.
- Materiales mixtos: películas.
- Materiales tridimensionales: objetos tridimensionales.
- Materiales electrónicos: computadora.

1.3.2 Ventajas y Desventajas

Las ventajas que aportan los materiales didácticos los hacen instrumentos indispensables en la formación académica:

- Proporcionan información y guían el aprendizaje, es decir, aportan una base concreta para el pensamiento conceptual y contribuyen en el aumento de los significados (Ogalde C. y Bardavid N., 2007).
- Desarrollan la continuidad de pensamiento.
- Hacen que el aprendizaje sea más duradero y brindan una experiencia real que estimula la actividad de los alumnos.
- Proporcionan experiencias que se obtienen fácilmente mediante diversos materiales y medios, y ello ofrece un alto grado de interés para los alumnos.

- Un modelo tridimensional muestra clara y rápidamente cómo algo funciona y por qué.
- Son fáciles de usar repetidamente.
- Evalúan conocimientos y habilidades, así como proveen entornos para la expresión y la creación.

De esta manera se puede apreciar que los recursos didácticos no sólo transmiten información, sino que actúan como mediadores entre la realidad y el estudiante.

A pesar de las grandes ventajas que brinda el uso de recursos didácticos en el aula de clase, no está por demás mencionar ciertas limitaciones o desventajas que conlleva su uso. Por ejemplo:

- Algunas veces la excesiva simplificación es peligrosa.
- Ciertos modelos pueden resultar muy costosos.
- El tiempo que se requiere para su utilización no es el suficiente.
- Los recursos pueden requerir un espacio grande para almacenarlos, condiciones atmosféricas especiales.

1.3.3 Recursos didácticos en la enseñanza de la Física

Durante muchos años, la enseñanza de la Física se ha desarrollado únicamente a través del uso de la pizarra, lápiz y papel; estos recursos hoy en día son insuficientes para lograr un aprendizaje significativo, por ello se hace pertinente el empleo de material didáctico concreto dentro de las aulas de clase que ayuden a visualizar mejor aquellos contenidos complejos que la Física presenta.

La Física, al ser una ciencia experimental y verificable, brinda la facilidad de utilizar ciertos materiales didácticos concretos que pretenden explicar claramente los fenómenos físicos debido a que, al ser recursos manipulables no solo por el docente

sino también por los estudiantes, despierta el interés y la motivación por estudiar cada uno de los temas tratados y, a su vez, consolida el aprendizaje de manera didáctica y significativa.

Lo que David Ausubel (1963) propone para lograr un aprendizaje significativo es que el material debe ser potencialmente significativo, relevante y con una organización clara y lógica; así como también debe abarcar una relación entre los conceptos ya adquiridos por el estudiante con los que está por aprender, de tal manera que el educando se encontrará altamente motivado para dar significado a los contenidos que asimila.

Para Colbert y Mollogón (1993) por su parte, el uso de material didáctico obedece al método inductivo, puesto que la manipulación del material permite desarrollar un aprendizaje comprensivo y no memorístico; de igual forma, permite la aprehensión en base a situaciones reales y concretas.

De igual manera, San Martín (1991) plantea que los recursos didácticos son elementos que, utilizándolos como representación simbólica o directamente como objeto, coadyuvan a la reconstrucción del conocimiento aportando significaciones parciales de los conceptos curriculares.

Finalmente, según Auzaque (2008) el material didáctico que se emplee en la enseñanza de la Física debe permitir construir imágenes pertinentes en el estudiante, que sean coherentes con su organización de conocimiento y no solo debe creer, memorizar y reproducir, sino sentir esa idea como propia que le permita explicar y predecir los fenómenos que observa; de esta manera el material didáctico ayudará a transformar el pensamiento del estudiante y fomentar en éste la construcción de conocimiento científico, despertando la curiosidad y la autonomía en la búsqueda de

información, teniendo a la duda como motor de búsqueda a las nuevas explicaciones. Por esta razón, los materiales didácticos orientados a la enseñanza de la Física deben ser vistos como un soporte para respaldar la labor educativa, que permitan al educador tener una variedad de elementos que contribuyan y faciliten el alcance de los fines educativos.

En definitiva, para lograr un correcto empleo de los distintos materiales didácticos concretos en la enseñanza de la Física, los docentes deben estar capacitados en el empleo de varias estrategias y metodologías que intenten despertar el interés de sus estudiantes por aprender esta ciencia, pues el manejo de material didáctico como recurso de apoyo al docente ayuda y facilita a contextualizar y visualizar de mejor manera temas complejos de la Física, preocupándose porque el educando adquiera un aprendizaje significativo a través de la asimilación e interiorización de los contenidos.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

2.1 Metodología

Debido a la vital importancia que posee el estudio de la Física al ser una ciencia muy apegada al diario vivir, se hace pertinente que dentro de su enseñanza se logren aprendizajes significativos. Sin embargo, su estudio presenta un cierto grado de complejidad en algunos temas, el cual se manifiesta cuando los estudiantes no son capaces de relacionar la teoría o el contenido de la asignatura con situaciones cercanas a su realidad, debido a la falta de significatividad de aprendizaje que han adquirido durante el estudio de esta. No obstante, esta dificultad es posible mejorarla a través de la utilización de material didáctico concreto.

Para lograr constatar lo planteado anteriormente y confirmar la necesidad de incorporar material didáctico dentro del laboratorio de Física; se utilizó la encuesta como técnica de investigación, que a través de la recolección de datos permitió conocer si el uso de material didáctico concreto contribuye a alcanzar un aprendizaje significativo en la asignatura de Física II. El instrumento empleado para el desarrollo de esta encuesta fue un cuestionario, compuesto por preguntas cerradas.

Adicionalmente se utilizó la entrevista como una segunda técnica de investigación, en la cual se empleó un cuestionario con preguntas estructuradas.

2.2 Selección de la muestra

Para recolectar la información se tomó una muestra de los estudiantes de la carrera de Matemáticas y Física que ya cursaron la asignatura de Física II, de los períodos Marzo - Agosto 2017 y Septiembre 2017-Febrero 2018; esta muestra fue

elegida considerando que los conocimientos de los estudiantes eran recientes. Además, como complemento se realizó una entrevista al docente que dicta esta asignatura, con el fin de abarcar la mayor población fiable y de esa manera obtener mejor veracidad en los datos y menor error al analizarlos.

2.2.1 Encuestas y Entrevista

La estructura de las encuestas dirigidas a los estudiantes fue elaborada con nueve preguntas cerradas, para las cuales se ha considerado el uso de las variables cualitativas polinómicas nominales y ordinales, tomando en cuenta parámetros como escala de likert, jerarquización, opción múltiple, etc. A su vez, para la entrevista se ha considerado la elaboración de un cuestionario con nueve preguntas abiertas que permitieron obtener una opinión del docente que imparte esta cátedra acerca de la importancia que tiene el material didáctico en la enseñanza de la Física.

Sin embargo, antes de su ejecución se procedió a realizar una validación con la colaboración de algunos estudiantes de la carrera, lo que permitió rectificar errores y corroborar la estructura del cuestionario; así también mejorar la redacción en ciertas preguntas mal estructuradas que dificultaban su comprensión, a fin de prevenir inconvenientes en la puesta en marcha, permitiendo una rápida y efectiva recolección de datos.

2.3 Análisis de resultados.

Encuestas realizadas a los estudiantes.

Pregunta 1. ¿Cuántas horas a la semana fuera del horario de clase dedicaba al estudio de Física II?

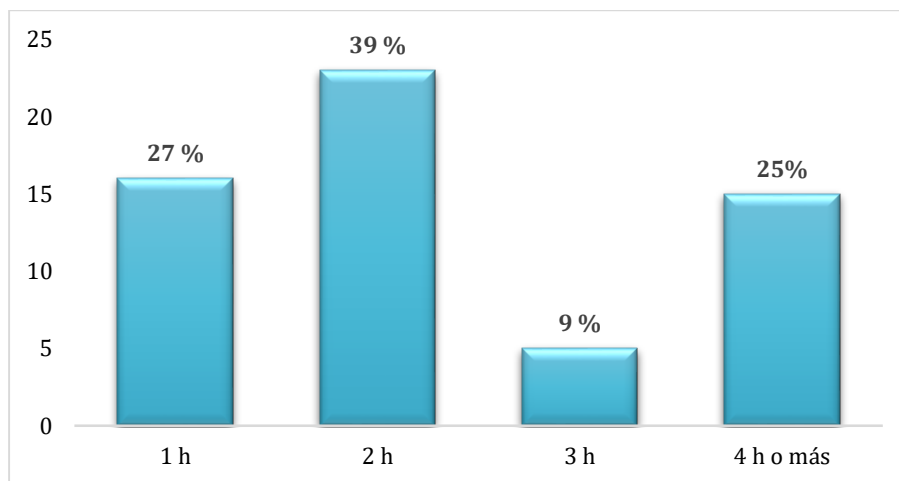


GRÁFICO 2.1 “HORAS DE ESTUDIO AUTÓNOMO”

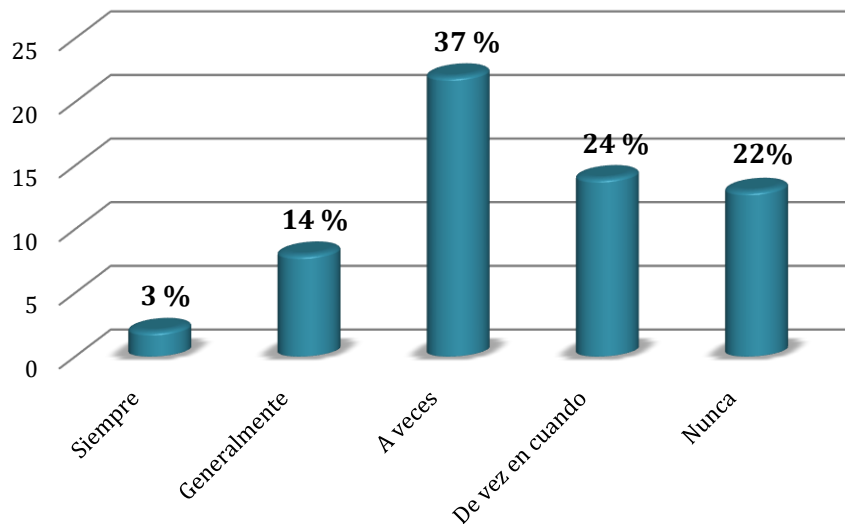
Fuente: Autoría propia

En la gráfica 2.1, se observa que el 39 % y 27 % de los estudiantes, lo cual abarca a la mayoría de la población, dedicaban muy poco tiempo al estudio autónomo de la Física II, entre 1 y 2 horas. Así también, tan solo un 9 % dedicaban 3 horas al estudio de la Física, lo cual aún resulta insuficiente para el estudio de esta ciencia un tanto compleja. No obstante, un 25 %, que resulta ser la cuarta parte de la población, sí estaban interesados por el estudio de esta ciencia, ya que se enfocaban de 4 o más horas de estudio.

A partir de estos resultados se puede evidenciar claramente las pocas horas al estudio fuera de las horas de clase que dedicaban los estudiantes, pudiendo de esta

manera inferir que, la mayoría de los estudiantes no prestaron interés o no se encontraban motivados lo suficiente por la asignatura.

Pregunta 2. ¿Antes de iniciar un nuevo tema de Física II, revisaba la materia a tratar?

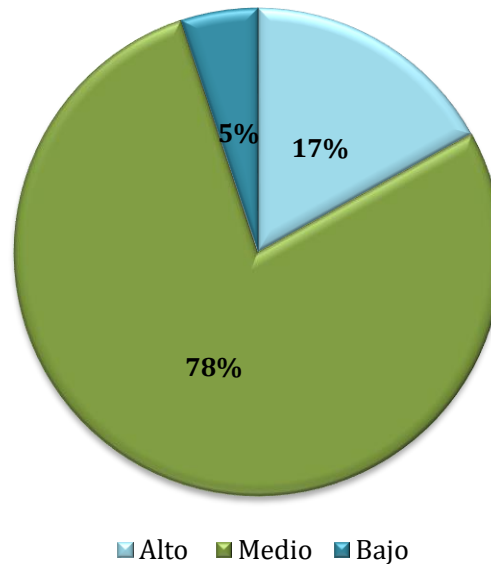


GRÁFICA 2.2 “REVISIÓN PREVIA DEL TEMA”

Fuente: Autoría propia

Se analiza la gráfica 2.2 y se observa que, la mayor población en un 37% y 24% revisaba la materia antes de iniciar un nuevo tema, a veces y de vez en cuando, respectivamente. Sin embargo, existe un porcentaje alto que nunca revisaba la materia previa a un tema nuevo, y tan solo una pequeña parte de la población que corresponde al 3 % siempre lo hacía. Con estos datos se corrobora una vez más la falta de motivación e interés que existía por parte de los estudiantes hacia la asignatura.

Pregunta 3. Según su perspectiva, ¿cuál es el nivel de complejidad de la asignatura Física II?

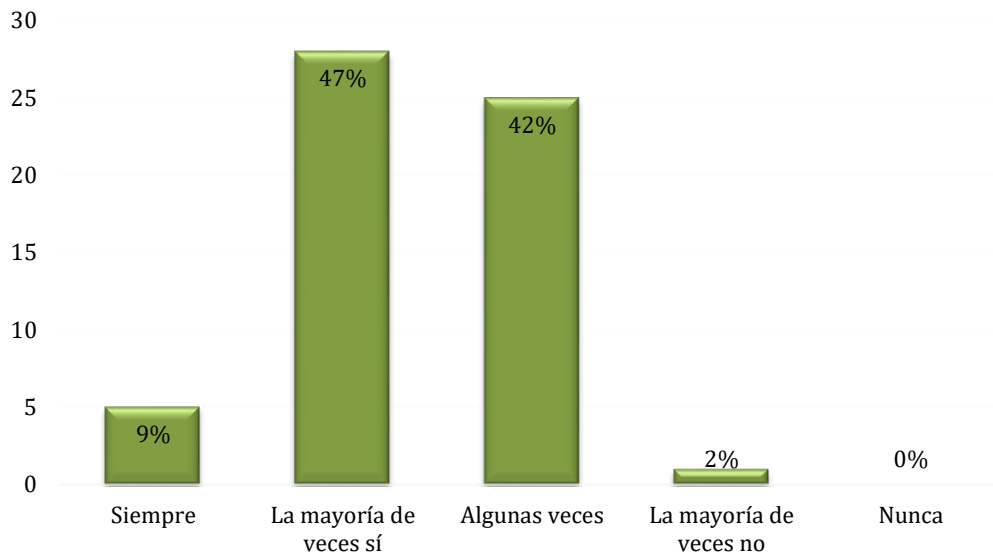


GRÁFICA 2.3 “NIVEL DE COMPLEJIDAD”

Fuente: Autoría propia

Una vez analizados los datos de la gráfica 2.3, se puede visualizar claramente que los estudiantes encuestados en su gran mayoría sitúan a la asignatura de Física II en un nivel medio - alto de complejidad, por lo que introducir material didáctico concreto que permita mejorar este proceso sería de gran ayuda tanto para el docente como para los estudiantes; puesto que, permitiría que éstos lleguen a situar a la asignatura en un nivel bajo respecto a su complejidad, tornando a la asignatura más comprensible.

Pregunta 4. ¿Considera usted que será capaz de relacionar sus conocimientos de la Física II con situaciones reales?

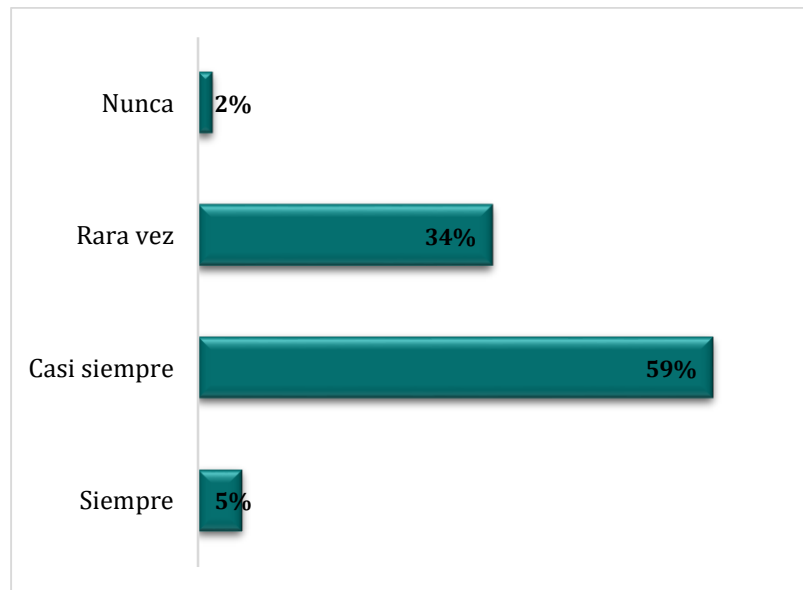


GRÁFICA 2.4 “RELACIÓN DE LA TEORÍA CON SITUACIONES REALES”

Fuente: Autoría propia

Se observa en la gráfica 2.4 que, un poco más del 50 % de los estudiantes relacionan la teoría con situaciones reales, siempre y en el mayor de los casos la mayoría de veces. Sin embargo, la otra mitad tan solo relacionan algunas veces o en algunas situaciones no logran dicha relación. Por lo que, los resultados expuestos nos hacen pensar que, tan solo la mitad han adquirido aprendizajes significativos ya que son capaces de relacionar sus conocimientos con situaciones reales.

Pregunta 5. ¿Con qué frecuencia el docente empleaba material didáctico para sus clases?

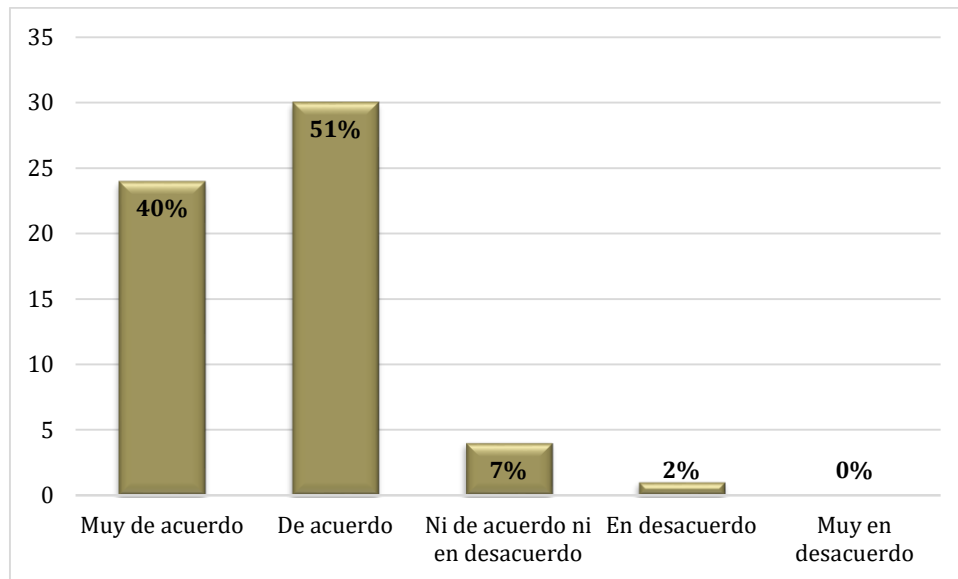


GRÁFICA 2.5 “FRECUENCIA CON LA QUE EL DOCENTE EMPLEO DE MATERIAL DIDÁCTICO EN LAS CLASES”

Fuente: Autoría propia

Luego de analizar la gráfica 2.5, los resultados obtenidos indican que el uso de material didáctico por parte del docente que dicta esta asignatura era frecuente. Sin embargo, cabe mencionar que no lo hacía siempre, infiriendo así que una de las razones por las cuales no se haya realizado siempre su uso sea la carencia de material didáctico concreto en el laboratorio de Física que permita cubrir todos los temas de la Física II.

Pregunta 6. ¿Si se utiliza material didáctico concreto para construir la mayoría de los conceptos, cree que mejoraría su aprendizaje en la asignatura?

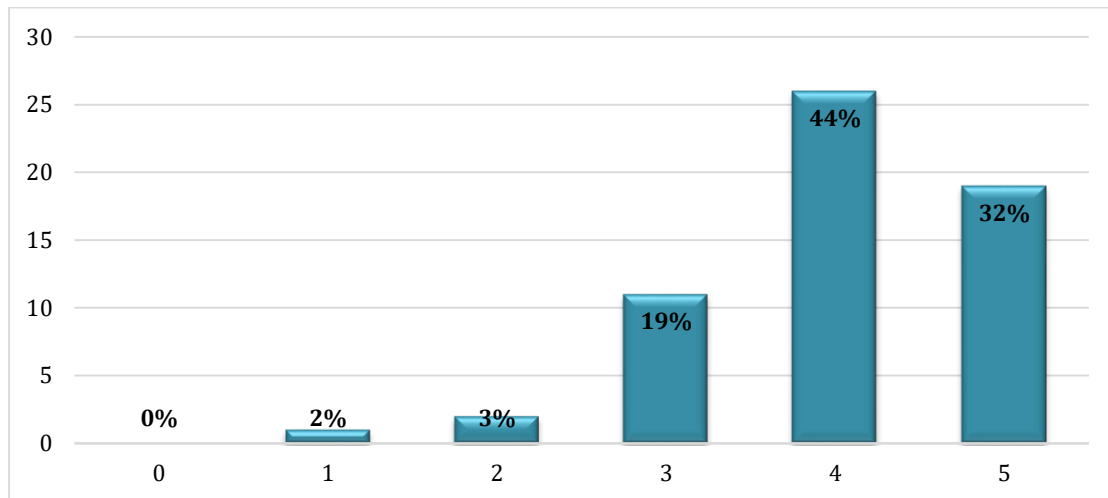


GRÁFICA 2.6 “EMPLEAR MATERIAL DIDÁCTICO MEJORA EL APRENDIZAJE”

Fuente: Autoría propia

Como se puede apreciar en la gráfica 2.6, un gran porcentaje de encuestados que están entre un 51% y 40%, aseguran que su aprendizaje mejoraría significativamente si dentro de las clases se utilizase material didáctico concreto en la construcción de los conceptos físicos.

Pregunta 7. En escala de 0 a 5, donde “0” significa no necesario y “5” indispensable, ¿dónde sitúa usted el uso del material didáctico en la enseñanza- aprendizaje de la Física II?



GRÁFICA 2.7 “EL USO DEL MATERIAL DIDÁCTICO ES INDISPENSABLE”

Fuente: Autoría propia

Una vez analizados los resultados correspondientes a esta pregunta, tal como se observa en la gráfica 2.7, el 44% y 32% que corresponden a la mayoría de estudiantes encuestados, sostienen que el uso de material didáctico concreto en la asignatura de Física II es indispensable, reafirmando de esta manera la propuesta de la elaboración de material didáctico concreto.

Pregunta 8. De la siguiente lista de recursos didácticos ¿cuáles le hubiese gustado que se emplearán en la enseñanza de Física II?

TABLA 2.1 “RECURSOS DIDÁCTICOS IDEALES”

RECURSOS DIDÁCTICOS	NÚMERO DE ESTUDIANTES	PORCENTAJE
Páginas web	5	4,5%
Software y simuladores	38	34,5%
Material didáctico concreto	34	30,9%
Textos complementarios	8	7,3%
Videos	25	22,7%
Otros	0	0%

Fuente: Autoría propia

Para el análisis de datos de la tabla 2.1 cabe recalcar que en esta pregunta se pidió a los estudiantes señalar dos respuestas como máximo, de lo cual únicamente 51 de los 59 estudiantes encuestados han escogido dos opciones, dando como resultado un total de 110 respuestas. Tal como se puede visualizar en la tabla el porcentaje más alto se encuentra en el 30,9% y el 34,5% que corresponden al material didáctico concreto y al uso de software y simuladores, respectivamente, por lo que se puede evidenciar que la mayoría de estudiantes encuestados están de acuerdo en el empleo de material didáctico concreto en las clases de Física II y a su vez complementarlos a estos con el uso de algunos simuladores.

Entrevista realizada a la docente de la asignatura.

Como un complemento a las encuestas se ha realizado una entrevista al docente encargado de la cátedra que permitió corroborar lo planteado por los estudiantes en las encuestas.

Para realizar esta entrevista se ha considerado plantear las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo considera usted la enseñanza de la Física?
2. ¿Considera que el uso del marcador y la pizarra son suficientes para enseñar adecuadamente los temas de la Física II?
3. ¿Cree que el empleo de material concreto como recurso para la enseñanza ayudaría a mejorar la comprensión de los contenidos?
4. ¿Usa material concreto como recurso didáctico dentro de sus clases de Física II?
5. En caso de carencia de material didáctico en el laboratorio de Física, ¿qué recursos utiliza dentro de su planificación de clase?
6. ¿Cómo considera que influye la utilización de material didáctico concreto en el aprendizaje de los estudiantes?
7. ¿El material didáctico concreto que posee el laboratorio es el idóneo para garantizar el aprendizaje en los estudiantes?
8. ¿Recomendaría el empleo de material didáctico para la enseñanza de Física II?
9. ¿Cree que los estudiantes son capaces de relacionar los conocimientos de la Física II con situaciones reales?

La entrevista se realizó mediante una conversación que fue grabada, en donde se plantearon cada una de las preguntas, para luego ser analizadas y seleccionar sus ideas principales, de las cuales se puede concluir:

La enseñanza de la Física desde la perspectiva del docente es un tanto compleja comparada con la de otras asignaturas, pues no obedece a un método mecánico como las otras, ya que esta presenta fenómenos naturales que varían unos de otro, por lo que se hace oportuno que los estudiantes puedan visualizar y experimentar lo que se encuentra sentado en la teoría.

Así también el docente supo manifestar que en la enseñanza de ciertos temas de la Física no es suficiente el uso únicamente de la pizarra y el marcador, pues la mayoría de temas necesariamente requiere del empleo de recursos didácticos que permita al estudiante visualizar el fenómeno físico, de tal forma que ayude a mejorar su comprensión en los contenidos; sin embargo dicho material didáctico debe estar bien diseñado y elaborado para que pueda ser considerado como una verdadera herramienta de apoyo.

Del mismo modo, el docente ha manifestado que en medida de lo que se le hacía posible empleaba material didáctico dentro de sus clases, especialmente para aquellos temas de dinámica y a su vez complementa a estos con el uso de software. Además, pone en evidencia que la influencia que tiene el empleo de material didáctico concreto en el aprendizaje de los estudiantes es muy alta, debido a que permite aclarar la percepción y mejorar la conceptualización que estos tienen de los conceptos básicos de la Física.

Por otro lado, el docente entrevistado aclara que si bien el material didáctico que posee el laboratorio de Física es bastante bueno, aún hace falta completarlo, por lo

que sería bueno ampliar la cantidad de materiales que permitan abarcar todos los temas de la Física II. Para concluir el docente recomienda el empleo de material didáctico para mejorar los aprendizajes.

2.4 Conclusión

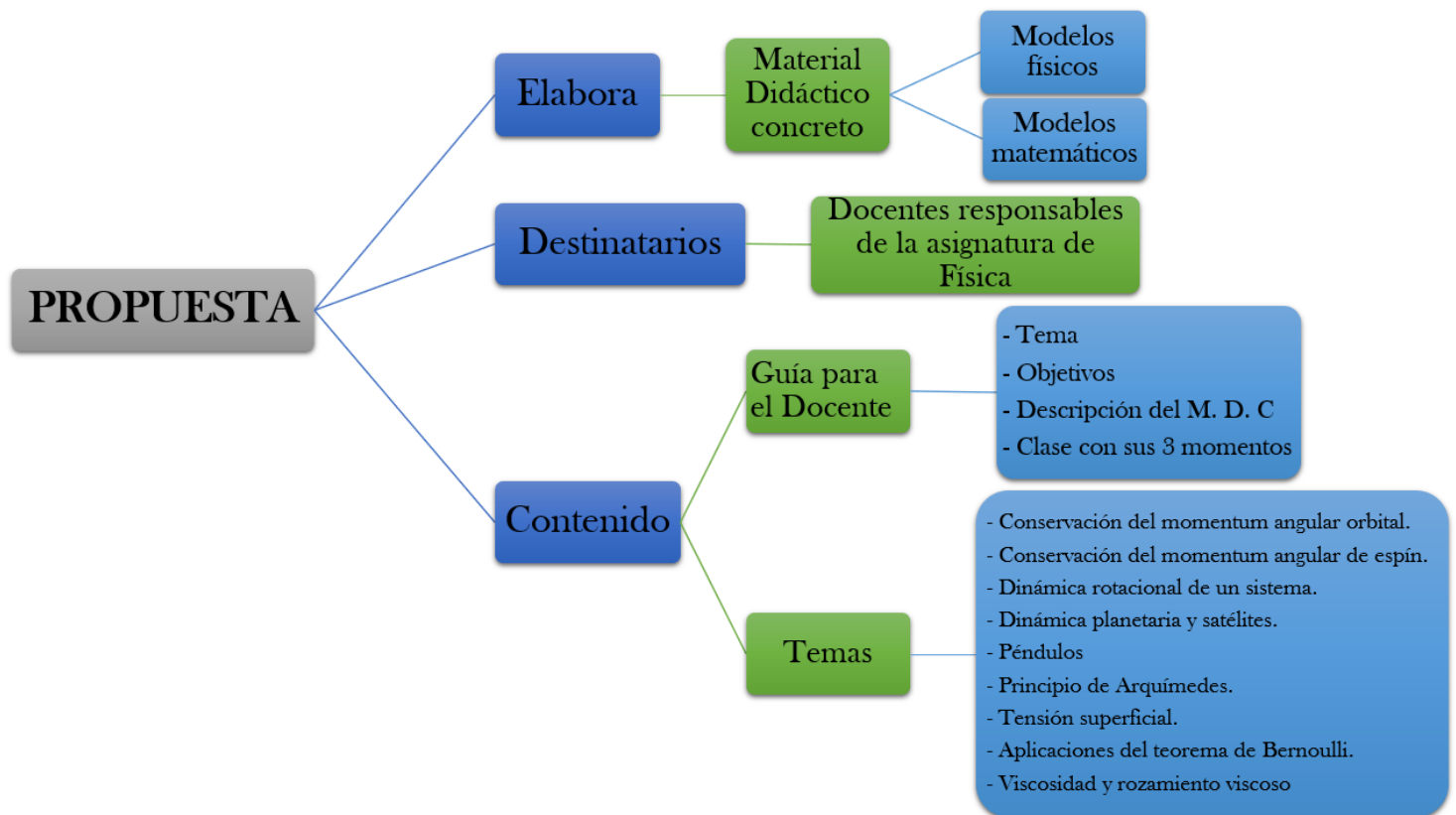
Culminado el minucioso análisis, se sintetiza que los resultados de las encuestas y la entrevista reflejan la importancia que juega el material didáctico dentro de la enseñanza de la Física II; tanto los estudiantes como el docente concuerdan en que el uso de material didáctico ayudaría a mejorar el proceso de enseñanza- aprendizaje, permitiendo a los estudiantes tener una mejor percepción y contextualización de los temas de la Física.

Así también, los resultados corroboran la necesidad de elaborar material didáctico que ayude a abarcar los diferentes temas de la Física II.

CAPITULO III

PROPUESTA

Esquema de la propuesta.



MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE CIERTOS TEMAS DE FÍSICA II



***GUÍA DIDÁCTICA
PARA EL DOCENTE***

VIVIANA CARCHI

THALÍA SEGOVIA

UNIVERSIDAD DE CUENCA



1. CONSERVACIÓN DEL MOMENTUM ANGULAR ORBITAL

*“COMO SENTADO EN UN TRONO REAL, EL SOL GOBIERNA LA FAMILIA DE LOS PLANETAS
QUE GIRAN ALREDEDOR SUYO”*

- NICOLAS COPERNICO

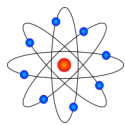
Conservación del momentum angular orbital

Física II

Modelo para demostrar la conservación del momentum angular orbital

Descripción

Elemento	Material	Color	Cant.
Esfera	Madera de Laurel	Marrón	1
Varilla	Acero de transmisión	Gris	2
Base triangular	Acero	Gris	1
Masa móvil	Acero de transmisión	Gris	1
Llave hexagonal	_____	Negro	1



Anticipación

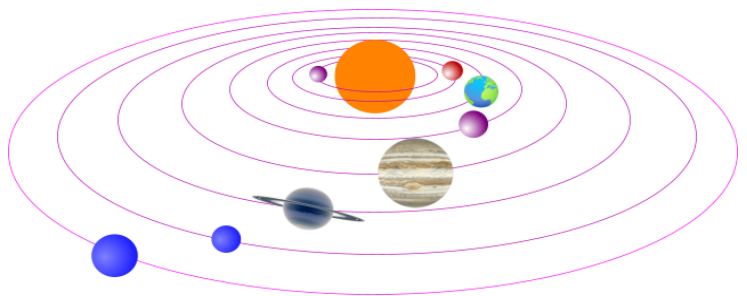
Activación de conocimientos previos.

Realice las siguientes preguntas dirigidas a los estudiantes, para que éstos las respondan en su hoja de trabajo:

- ⇒ Con sus palabras defina el momentum angular orbital de una partícula.
- ⇒ Para que una partícula posea momentum angular orbital, es necesario que su trayectoria sea curva. V o F Justifique su respuesta.
- ⇒ ¿En qué situaciones de la vida real usted puede encontrar o aplicar el momentum angular orbital de una partícula?

Proyecte el siguiente Gif (<https://www.vayagif.com/190314/nuestro-sistema-solar-en-movimiento>) y proceda a realizar algunas preguntas con respecto a éste.

- ⇒ ¿Cómo es el giro de los planetas entorno al Sol?
- ⇒ ¿A qué se debe que los planetas más cercanos al Sol giren entorno a éste de manera más rápida que aquellos que se encuentran lejanos?



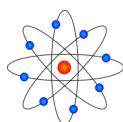
GUÍA PARA EL DOCENTE

OBJETIVOS:

- ♦ Explicar y ejemplificar la conservación del momentum angular orbital a través del uso de material didáctico concreto.
- ♦ Relacionar esta ley física con situaciones reales.
- ♦ Proponer y resolver problemas aplicando esta ley física.

Tiempo Estimado:

2 horas



Construcción

A través del uso del material didáctico concreto, se sugiere realizar las siguientes actividades junto a sus estudiantes, a fin de construir el conocimiento sobre el tema:

- Presente el material didáctico concreto a los estudiantes y explique las partes de las que se encuentra conformado el mismo.
- Proceda con el armado del material didáctico, tal como se muestra en la *Figura 1.1* (El sistema debe estar en equilibrio)
- Aplice un torque de par a la espiga, de tal manera que el sistema comience a girar. Pida a sus estudiantes que observen minuciosamente el sistema.
- Luego, detenga el sistema y deslice la masa de acero ubicándola aleatoriamente en una nueva posición y repita el literal “c”
- A continuación realice las siguientes interrogantes a sus estudiantes y pida que anoten sus respuestas en su cuaderno de trabajo, de tal manera que estas preguntas permitan a los estudiantes armar la conclusión del tema.
 - ¿Qué ocurre con el sistema al deslizar la masa de su posición de equilibrio?
 - Cuando colocamos la masa en una nueva posición aleatoria y aplicamos un torque de par a la espiga, ¿qué ocurre con el sistema?
 - En las dos diferentes posiciones de la masa movable, el sistema ¿presenta el mismo giro?
 - ¿Qué tipo de relación presenta esta demostración con el giro de los planetas?
 - Aplice una fuerza externa al sistema mientras éste se encuentra en rotación. ¿Qué es lo que ocurre?

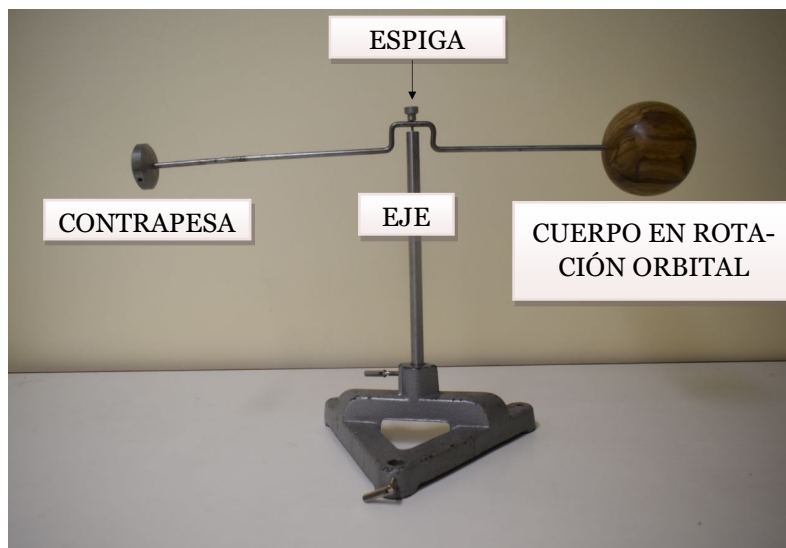


Figura 1.1

Fuente: Autoría Propia

CONCLUSIÓN

Se concluye que en un sistema de partículas en movimiento, a menor distancia de separación de las masas o cuerpos con respecto al eje de giro, se requiere una mayor velocidad angular para que se conserve el momentum angular orbital, y a mayor distancia de separación se requerirá una menor velocidad angular.



Figura 1.2
Fuente: Autoría Propia



Figura 1.3
Fuente: Autoría Propia

Sistema en movimiento

MARCO TEÓRICO

Una de las leyes más importantes de la naturaleza, la cual es responsable del “buen funcionamiento de buena parte de la maquinaria cósmica y atómica”, es la ley de conservación del momentum angular. En esta parte estudiaremos la conservación del momentum angular orbital. La podemos enunciar en la siguiente forma: “una partícula o sistema de partículas aisladas mantiene constante su momentum angular orbital mientras sobre ella o ellas no actúen torques externos”. Matemáticamente:

$$\vec{L}_o = \sum \vec{L}_{oi} = \vec{L}_{o1} + \vec{L}_{o2} + \dots + \vec{L}_{on} = \text{constante}$$

Hay dos casos en los que el momentum angular orbital de una partícula es constante, de modo que su variación con respecto al tiempo es cero. El primero de ellos corresponde al de la partícula libre, es decir una partícula sobre la cual no actúan fuerzas externas, de tal manera que el momentum lineal $p = mv$ de la misma permanece constante. En este caso la partícula se mueve con MRU como se indica en la *Figura 1.4*. Su momentum angular orbital, $\vec{L}_o = \vec{r} \times \vec{p}$, es constante de modo que el torque que actúa sobre la partícula es cero, en efecto:

$$\vec{\tau}_o = \frac{\Delta \vec{L}_o}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \times \vec{p} + \vec{r} \times \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = 0$$

Ya que:

$$\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \times \vec{p} = \vec{v} \times m\vec{v} = 0$$

y:

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = 0$$

Pues \vec{p} es constante.

El segundo caso en que \vec{L}_o permanece constante corresponde a una situación física que resulta ser muy frecuente en la naturaleza: se trata del caso en que sobre la partícula actúa una fuerza que apunta siempre hacia un punto fijo o, en forma equivalente, la partícula se mueve bajo la acción de una fuerza cuya dirección tiene un punto fijo llamado “centro de la fuerza”, como se muestra en la *Figura 1.5*.

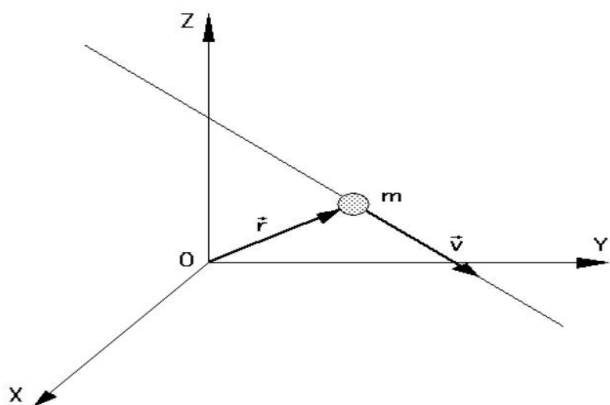


Figura 1.4

Fuente: *Avecillas, S. (2007). Física II*

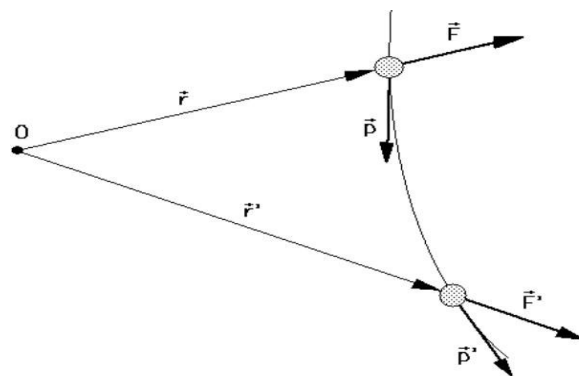


Figura 1.5

Fuente: *Avecillas, S. (2007). Física II*

En casos como éste, los vectores \vec{r} y \vec{F} son paralelos de modo que $\vec{\tau}_o = \vec{r} \times \vec{F} = \mathbf{0}$

Y si $\vec{\tau}_o = \mathbf{0}$ entonces \vec{L}_o es constante de modo que:

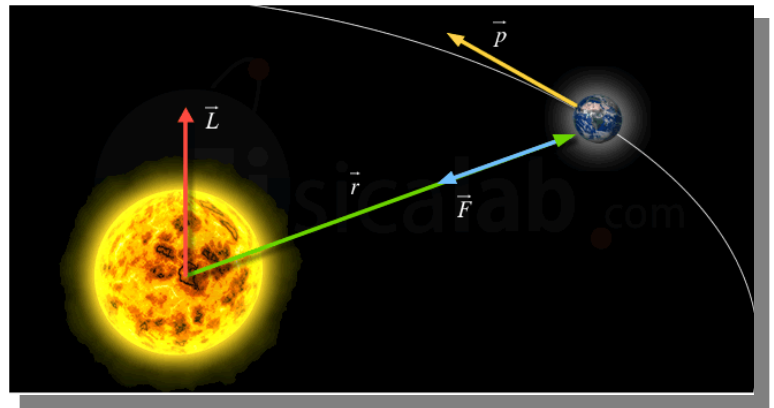
$$\vec{r} \times \vec{p} = \vec{r}' \times \vec{p}' = \text{constante}$$

Estas fuerzas que siempre apuntan hacia un punto fijo se denominan “fuerzas centrales”, y el movimiento de una partícula sometida a una fuerza de este tipo ocurre siempre sobre una trayectoria cónica: circunferencia, elipse, parábola o hipérbola. Tal es el caso del movimiento de los planetas en torno a su estrella, de los satélites en torno a su planeta, de los electrones en torno a su núcleo, etc. El MCU es un sencillo ejemplo de movimiento de una partícula bajo la acción de una fuerza central, la fuerza centrípeta o normal, $F_n = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R$

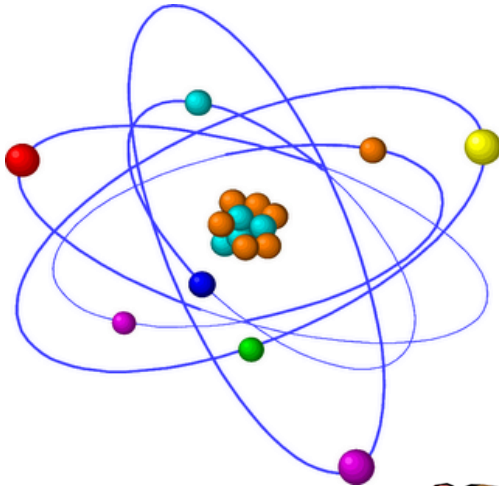
Por lo tanto, en el MCU se conserva el momentum angular de la partícula. También hay partículas que se mueven bajo la acción combinada de una fuerza central y de una fuerza no central. Tal es el caso del MCV en el que la partícula se mueve bajo la acción de una fuerza central, que es la fuerza centrípeta, y de una fuerza no central, que es la fuerza tangencial. El momentum angular orbital de la partícula no se conserva, pero su variación es lineal.

**NO
OLVIDAR**

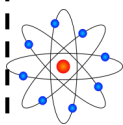
Los sistemas planetarios son sistemas de fuerzas centrales. La Tierra experimenta fuerzas atractivas definidas por la ley de la Gravedad y dirigidas hacia el centro de Sol. **Su momentum angular es constante.**



Algunos ejemplos:



Fuente de las imágenes: Google.



Consolidación: “Hoja de trabajo para el estudiante”

1. Haciendo uso del material didáctico concreto, experimente y haga los respectivos cálculos para hallar el momentum angular orbital, y anótelos en la tabla adjunta:
 - a. Proceda a tomar la lectura de la masa del cuerpo deslizando de acero.
 - b. Tome el material didáctico y proceda a deslizar el cuerpo de acero a diferentes distancias del eje de giro (26 cm, 23 cm y 20 cm).
 - c. Calcule la velocidad angular orbital para cada una de las distancias conociendo la masa y momentum.

MASA (m)	MOMENTUM ANGULAR ORBITAL
M=	120 Js

DISTANCIA (m)	VELOCIDAD (m/S)
0,26	
0,23	
0,20	



Fuente: Autoría Propia

2. Conteste las siguientes interrogantes:
 - a. El momentum angular orbital es responsable de
.....
.....
 - b. Se llaman fuerzas centrales
.....
.....
 - c. Nombre algunos ámbitos de la vida diaria, en donde usted pueda evidenciar la conservación del momentum angular orbital
.....
.....
.....

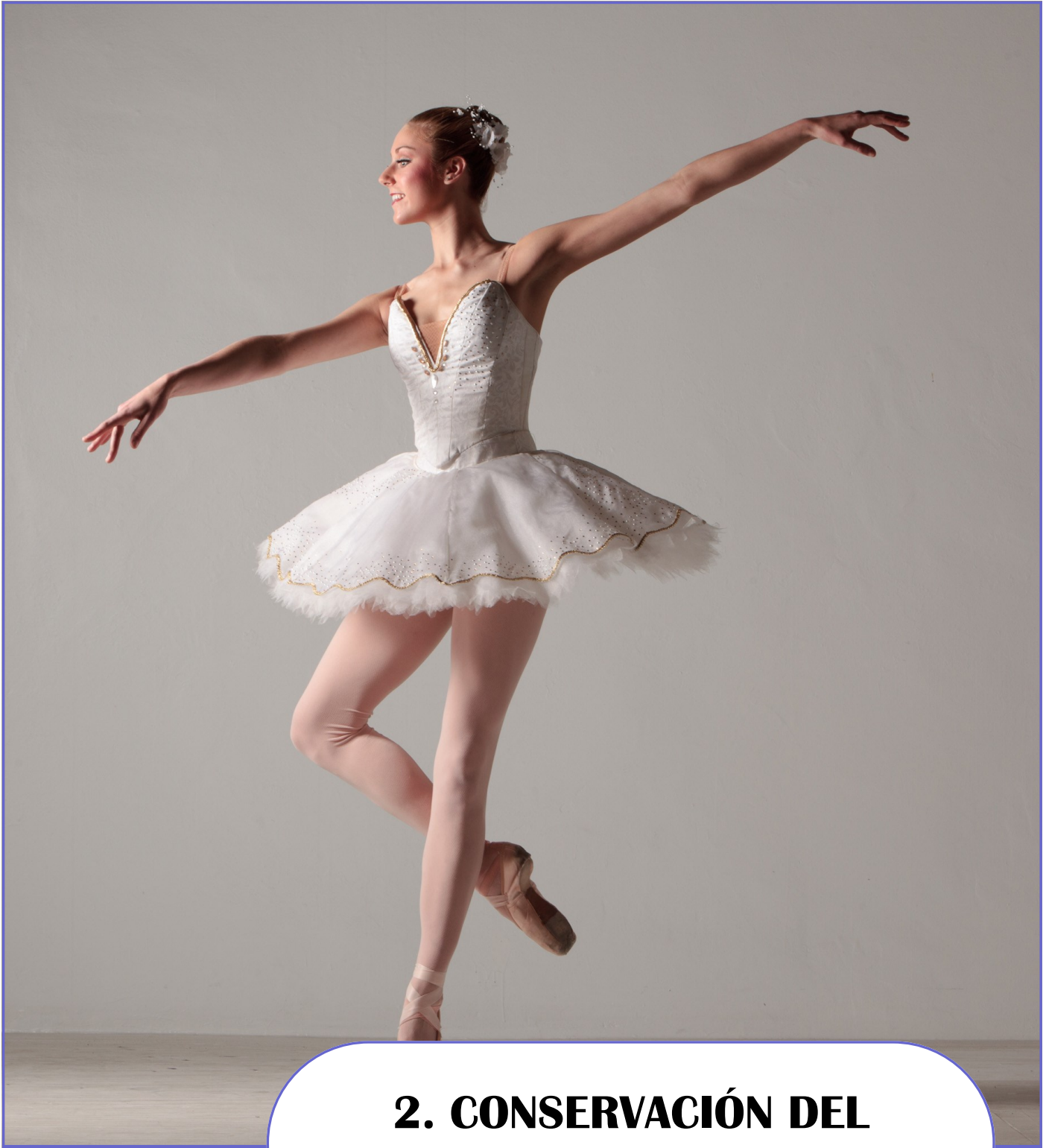


3. En su cuaderno de tareas resuelva los siguientes ejercicios:

a. Una partícula de 26 kg se desplaza a 144 km/h y toma una curva de 360 m de radio. Halle el momentum angular orbital del auto con respecto al centro de la curva.

b. Se dispara horizontalmente un satélite artificial desde una altura de 540 km sobre la superficie terrestre a 3 250 m/s. Determine su velocidad en el punto de máximo alejamiento si la excentricidad de la órbita descrita es de 0,90.

c. Determine r_o para una partícula que se mueve sobre la trayectoria elíptica $\frac{x^2}{400} + \frac{y^2}{900} = 1$ si su velocidad en el punto de máximo alejamiento es de 285 m/s, ¿cuál será su velocidad en el punto de máximo acercamiento?



2. CONSERVACIÓN DEL MOMENTUM ANGULAR DE ESPÍN

*HAY UNA FUERZA MOTRIZ MÁS PODEROSA QUE EL VAPOR, LA ELECTRICIDAD Y LA
ENERGÍA ATÓMICA ,“LA VOLUNTAD”*

-ALBERT EINSTEIN

Conservación del momentum angular de espín

Física II

Plato Rotatorio

Descripción

Elemento	Material	Color	Cant.
Plato Giratorio	Hierro	Negro	1
Rueda	Aluminio y Caucho	Gris	1
Varilla Puntiguda	Hierro	Gris	1

GUÍA PARA EL DOCENTE

OBJETIVOS:

- ♦ Contextualizar el marco teórico con situaciones reales.
- ♦ Explicar cómo influye esta ley física dentro del diario vivir.
- ♦ Aplicar estos conocimientos físicos en la resolución de problemas que tengan relación con situaciones reales.

Tiempo Estimado:

2 horas



Anticipación.

- ⇒ Se recomienda que previo a tratar el tema, el docente inicie con la proyección del siguiente vídeo, el cual ayudará a despertar el interés del estudiante.
- <https://www.youtube.com/watch?v=l5VgOdgptRg>
- ⇒ Los estudiantes realizarán un resumen con los puntos más importantes sobre lo observado en el vídeo y lo socializarán en la clase con su docente y compañeros.



Fuente: Google



Construcción

⇒ Distribuya el aula en forma de U y haciendo uso del material didáctico plantee las siguientes actividades, las cuales se sugiere realizarlas en dos partes, que permitan sacar diferentes conclusiones conjuntamente con los estudiantes.

◇ Primero recuérdelos qué es el momentum angular y su respectiva ecuación.

El momentum angular es una magnitud que resulta del producto entre el momento de inercia (I) y la velocidad angular (ω) de un cuerpo en rotación.

$$\mathbf{L} = \mathbf{I} \cdot \boldsymbol{\omega}$$

PARTE 1

⇒ Para la siguiente actividad utilice el plato giratorio, y pida que un estudiante se pare sobre él, con los brazos extendidos, como se indica en la *Figura 2.1*



Figura 2.1
Fuente: Autoría Propia

⇒ Luego, dé un impulso para que todo el sistema gire. Al estar girando la persona debe llevar sus manos sobre su pecho (*Figura 2.2*) y después extenderlas intermitentemente para observar los cambios que se producen en su velocidad angular.

Figura 2.2 – Fuente: Autoría Propia



CONCLUSIONES

- En esta experimentación se aprecia que la persona tiene una velocidad angular menor cuando extiende los brazos debido a que su momento de inercia es mayor por la ubicación de las brazos. Lo cual hace que el sistema tenga resistencia a rotar y su velocidad angular sea pequeña.
- Por el contrario, cuando la persona encoge los brazos disminuye su momento de inercia y hay una menor resistencia a rotar; como no influye ningún torque externo sobre el sistema, para que el momentum angular de espín se mantenga constante, su velocidad angular debe aumentar.

PARTE 2

- ⇒ Para la segunda actividad, el sistema estará conformado por la base giratoria y la rueda que consta de una varilla la cual facilita que la persona que se encuentra en reposo sobre la base la sujete cómodamente.
- ⇒ En primer instante, pida a sus estudiantes que reflexionen sobre esta pregunta: ¿Qué sucede con el momentum angular si hay varios cuerpos que rotan juntos?. Luego, planteen una hipótesis y anótela en sus cuadernos de trabajo.
- ⇒ A continuación realice el siguiente experimento, se pide que un estudiante suba a la base y sujete la varilla con la rueda. Primero, deberá sujetar la varilla de forma que esté paralela al suelo apuntando el vector \vec{L}_R hacia el frente, e ir rotando de forma que la varilla quede perpendicular al suelo con el vector \vec{L}_R apuntando hacia arriba. (Figuras 2.3; 2.4;2.5)



Figura 2.3

Fuente: Autoría Propia

Figura 2.4

Fuente: Autoría Propia

Figura 2.5

Fuente: Autoría Propia

-
- ⇒ Ahora, aplique una velocidad angular sobre la rueda y repita la orden anterior. Observe lo que ocurre.
- ⇒ A partir de la observación, pregunte a sus estudiantes: ¿Por qué al levantar la rueda empieza a girar el sistema base-estudiante?
- ⇒ Finalmente, socialicen la hipótesis y las respuestas y compárenlas, permitiendo que sean los estudiantes con la ayuda del docente que lleguen a plantear la respectiva conclusión.
-

CONCLUSIÓN

Al ir levantando la rueda con velocidad angular aparece una componente vectorial del momento angular de la rueda, \vec{L}_R en dirección y sentido que el de la varilla, el cual tiene una componente perpendicular al suelo que se suma al sistema estudiante-base y provoca que todo el sistema empiece a girar para que el momento angular del sistema permanezca constante. Por lo tanto, el momento angular del sistema será la suma del momento angular de la base giratoria más el de la rueda.

MARCO TEORICO

En un sistema aislados de cuerpos, el momentum angular total de espín permanece constante, no sólo en magnitud, sino en dirección y sentido. Esta ley es muy general y es una de las más importantes de la naturaleza. Un ejemplo interesante es el de la Tierra: nuestro planeta rota sobre su propio eje con una velocidad angular ω ; su momento de inercia es $I = \frac{2}{5}MR^2$ de modo que tiene un momentum angular de espín dado por $\vec{L} = I\vec{\omega} = \frac{2}{5}MR^2\vec{\omega}$, cantidad que se ha mantenido constante a lo largo de su historia. Gracias al momentum angular de espín, el eje de los planeta presenta la estabilidad que observamos.

Matemáticamente podemos expresar la ley de conservación del momentum angular de espín en la forma:

$$\vec{L} = \sum \vec{L}_i = \vec{L}_1 + \vec{L}_2 + \dots + \vec{L}_n = \text{constante}$$

EJERCICIO MODELO

El cilindro de la *Figura 2.6* rota a 480 rpm. Su radio es de 50 cm y su masa de 600 kg. El cilindro hueco está en reposo, tiene una masa de 200 kg y radios de 40 y 20 cm. Se les acerca momentáneamente y se les vuelve a retirar. Se observa que el cilindro rota ahora a 360 rpm. ¿A qué velocidad angular rotará el cilindro hueco?

ANTES

El momento de inercia del cilindro es:

$$I_c = \frac{1}{2}M_c R_c^2 = \frac{1}{2} \cdot 600 \cdot 0,5^2 = 75 \text{ kg.m}^2$$

su velocidad angular es:

$$\omega_{c1} = 480 \text{ rpm} = (50,265\vec{k}) \text{ rad/s}$$

y su momentum angular es:

$$L_{c1} = I_c \omega_{c1} = 75 \cdot 50,265 \vec{k} = (3\,769,911\vec{k}) \text{ kg.m}^2/\text{s}$$

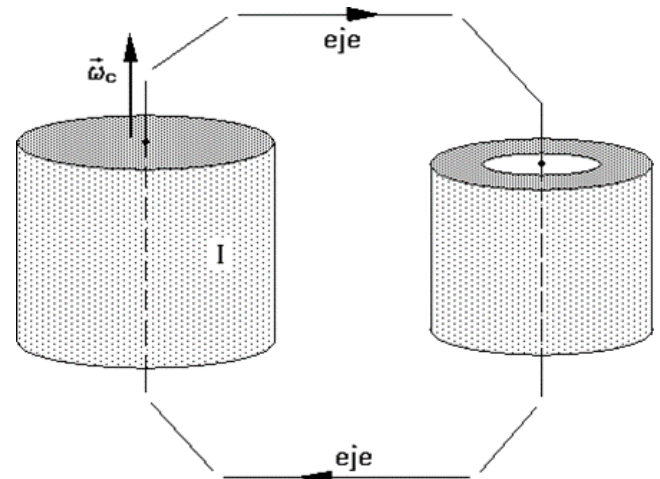


Figura 2.6

Fuente: Avecillas, S. (2007). Física II

El momento de inercia del cilindro hueco es:

$$I_H = \frac{1}{2} M (R_e^2 + R_i^2) = \frac{1}{2} \cdot 200 (0,4^2 + 0,2^2) = 20 \text{ kg.m}^2$$

su velocidad angular es:

$$\omega_H = 0$$

y su momentum angular es:

$$L_{H1} = 0$$

El momentum angular total es:

$$\vec{L}_1 = \vec{L}_{c1} + \vec{L}_{H1} = 3\,769,911\vec{k} + 0 = (3\,769,911\vec{k}) \text{ kg.m}^2/\text{s}$$

DESPUÉS:

La velocidad angular del cilindro es:

$$\omega_{c2} = 360 \text{ rpm} = (37,699\vec{k}) \text{ rad/s}$$

y su momentum angular es:

$$L_{c2} = I_c \omega_c^2 = 75 \cdot 37,699\vec{k} = (2\,827,433\vec{k}) \text{ kg.m}^2/\text{s}$$

Puesto que el momentum angular del sistema se conserva:

$$\vec{L}_1 = \vec{L}_2$$

$$\vec{L}_{c1} + \vec{L}_{H1} = \vec{L}_{c2} + \vec{L}_{H2}$$

$$3\,769,911\vec{k} = 2\,827,433\vec{k} + \vec{L}_{H2}$$

de donde:

$$\vec{L}_{H2} = (942,478\vec{k}) \text{ kg.m}^2/\text{s}$$

pero:

$$\vec{L}_{H2} = I_H \omega_{H2}$$

de donde:

$$\omega_{H2} = \frac{\vec{L}_{H2}}{I_H} = \frac{942,478 \vec{k}}{20}$$

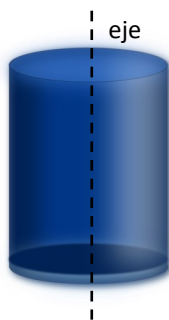
$$\omega_{H2} = (47,124\vec{k}) \text{ rad/s}$$



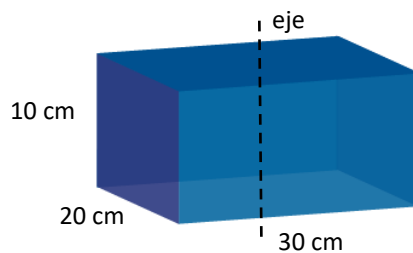
Consolidación: Hoja de trabajo para el estudiante.

Durante los últimos 20 minutos de la clase pida a los estudiantes que se reúnan en grupos de 2 o 3 personas y realicen los siguientes ejercicios en su cuaderno de trabajo.

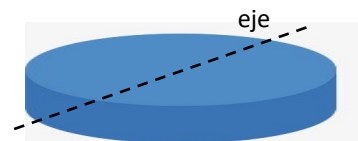
1. Dos esferas de radios 22 cm y 16 cm y de masas 98 y 36 kg pueden rotar en torno a sus ejes diametrales. La primera gira a 212 rpm y la segunda está en reposo. Se les junta momentáneamente, luego de lo cual la primera esfera rota a 162 rpm . ¿Cuál será la velocidad angular de la segunda esfera?
2. Dos niños de 25 kg de masa cada uno están situados en el borde de un disco de 2.6 m de diámetro y 10 kg de masa. El disco gira a razón de 5 rpm respecto del eje perpendicular al disco y que pasa por su centro.
 - ¿Cuál será la velocidad angular del conjunto si cada niño se desplaza 60 cm hacia el centro del disco?
 - Calcular la variación de energía cinética de rotación del sistema, y explicar la causa del incremento de energía.
3. Halle el momentum angular de espín de los siguientes sólidos:



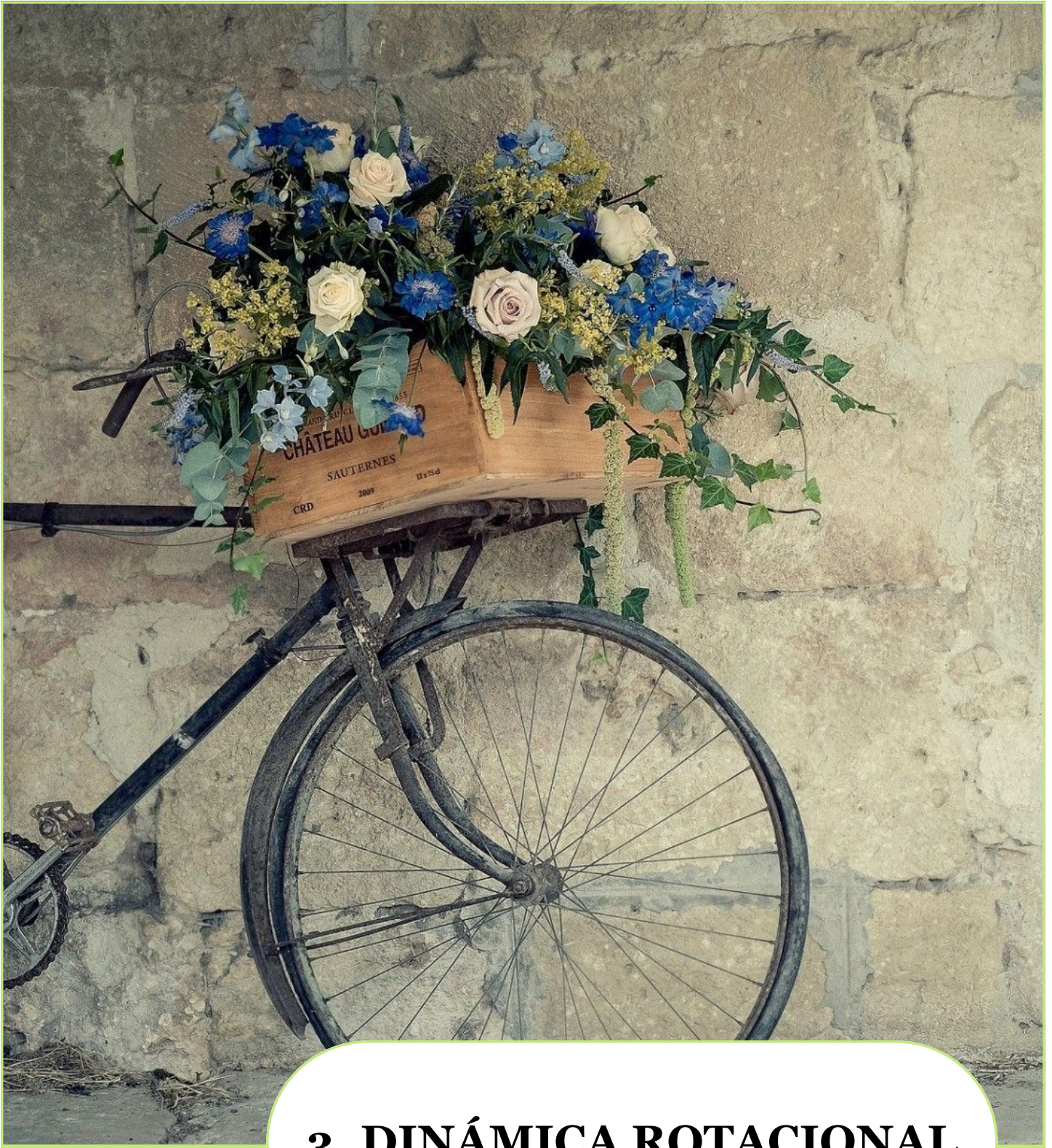
$M = 20\text{ kg}$
 $R = 12\text{ cm}$
 $\omega = 8\text{ rad/s}$



$M = 20\text{ kg}$
 $\omega = 10\text{ rad/s}$



$M = 6\text{ kg}$
 $R = 20\text{ cm}$
 $\omega = 18\text{ rad/s}$



3. DINÁMICA ROTACIONAL

"LA VIDA ES COMO ANDAR EN BICICLETA. PARA MANTENER EL EQUILIBRIO, DEBE MANTERSE EN MOVIMIENTO"

-ALBERT EINSTEIN

Dinámica Rotacional de un Sistema

Física II

» » Sistema rotacional

Descripción

Elemento	Material	Color	Cant.
Sistema formado por un cilindro.	Madera de Laurel	Café	1
Sistema formado por dos cilindros de diferente radio	Madera de Laurel	Café	1
Sistema formado por un cilindro acanalado y uno macizo.	Madera de Laurel	Café	1
Cuerda	Hilo de dial	Blanco	3
Masas	Madera	Café	2

Anticipación:

1. Se sugiere que el docente previo, a dar a conocer el tema a desarro-

llarse, plantee los siguientes ejemplos y pida a sus estudiantes que describan el movimiento para cada caso. Luego relaciónelo con la dinámica rotacional. Socialicen las respuestas.

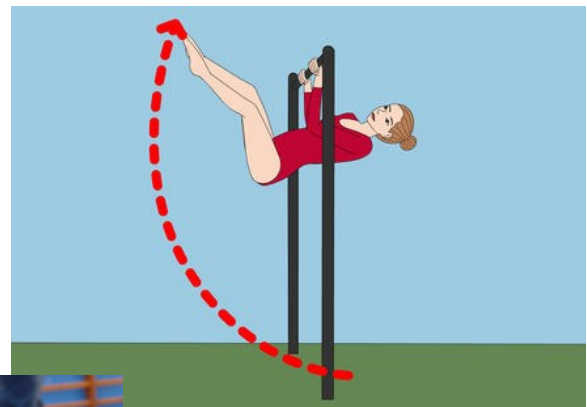
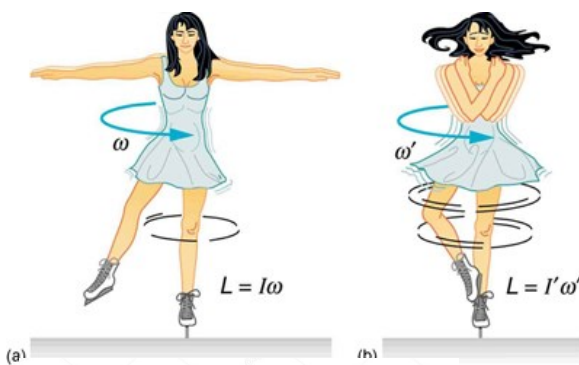
GUÍA PARA EL DOCENTE

OBJETIVOS:

- ♦ Explicar el funcionamiento de la dinámica rotacional de un sistema.
- ♦ Aplicar conceptos ya conocidos a la resolución de problemas que involucren a cuerpos con movimientos de rotación.
- ♦ Establecer algunas aplicaciones prácticas en situaciones cotidianas.

Tiempo Estimado:

2 horas



Fuente: Google

Construcción:

Se sugiere realizar las diferentes actividades, las cuales se dividen en tres partes, que involucran cuerpos con movimiento de rotación para la comprensión de dicho tema.

PARTE 1

- Tome el primer sistema formado por un cilindro.
- Ahora coloque una masa en cada extremo de la cuerda enrollada al cilindro. (Figura 3.1)
- Pida que observen el movimiento y sentido de giro del cilindro y las masas; luego descríbanlo en su cuaderno de trabajo.

Corrobore que todos hayan concluido que: las masas presentan movimiento traslacional aceleradamente, ya que estas se desplazan. El sentido de giro para la m_1 es hacia abajo, mientras que m_2 se mueve hacia arriba, ya que la m_1 es mayor que m_2 ; es decir el sentido de giro dependerá de la

posición que tiene la mayor masa, ya que esta jala la cuerda del sistema. Mientras tanto, el cilindro presenta movimiento rotacional por lo que existe un torque y una velocidad angular. Su sentido de giro es antihorario, para este caso.

Al observar la figura 3.1 se visualiza que la tensión T_1 de la cuerda es mayor que la tensión T_2 , debido a que la $m_1 > m_2$.

- Ahora compruebe analíticamente que $T_1 > T_2$. También calcule la aceleración del sistema.

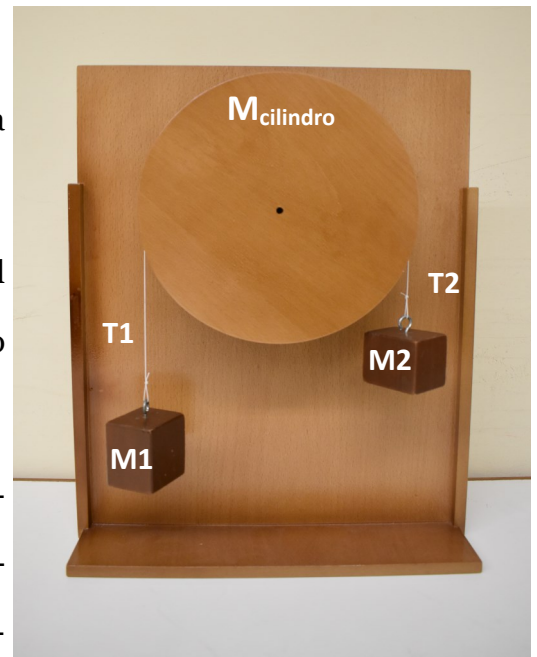


Figura 3.1

Fuente: Autoría propia

Comprobación analítica:

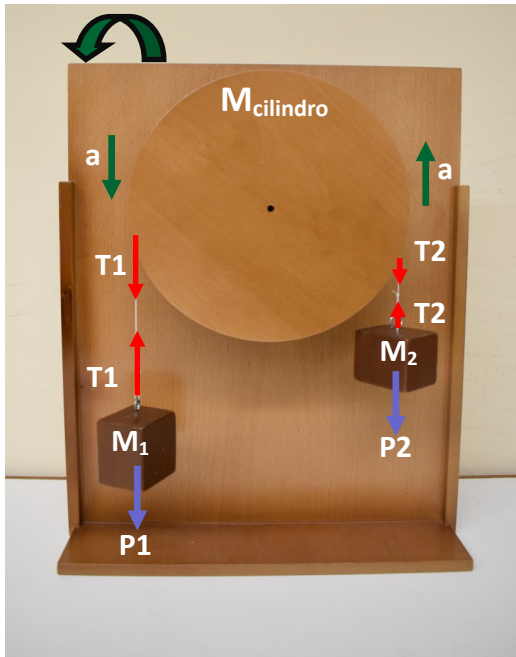


Figura 3.2

Fuente: Autoría propia

DATOS:

$$M_{\text{cilindro}} = 5 \text{ kg}$$

$$M_1 = 2 \text{ kg}$$

$$M_2 = 1 \text{ kg}$$

$$R = 0,1 \text{ m}$$

Movimiento Traslacional. Segunda Ley de Newton

$$\sum F = m \cdot a$$

$$a. \quad P_1 - T_1 = m_1 \cdot a$$

$$b. \quad T_2 - P_2 = m_2 \cdot a$$

Luego:

$$T_1 = P_1 - m_1 \cdot a$$

y

$$T_2 = m_2 \cdot a + P_2$$

Movimiento Rotacional. Segunda Ley de Newton

$$\sum \tau = I \cdot \alpha$$

$$\tau = r \cdot F \cdot \text{Sen}\theta$$

$$\tau_{\text{cilindro}} = 0$$

$$\tau_{T_1} = r \cdot T_1 \cdot \text{Sen}90^\circ = r \cdot T_1$$

$$\tau_{T_2} = -r \cdot T_2 \cdot \text{Sen}90^\circ = -r \cdot T_2$$

$$r \cdot T_1 - r \cdot T_2 = I \cdot \alpha$$

$$r \cdot (T_1 - T_2) = I \cdot \alpha$$

Pero: $\alpha = \frac{a}{R}$

Entonces:

$$r \cdot (T_1 - T_2) = I \cdot \frac{a}{r}$$

$$(T_1 - T_2) = I \cdot \frac{a}{r^2}$$

Reemplazar:

$$P_1 - m_1 \cdot a - m_2 \cdot a - P_2 = I \cdot \frac{a}{r^2}$$

Después: $I = \frac{1}{2} M_{\text{cilindro}} r^2$

Entonces:

$$P_1 - m_1 \cdot a - m_2 \cdot a - P_2 = \frac{1}{2} M_{\text{cilindro}} r^2 \cdot \frac{a}{r^2}$$

$$2 \cdot (9,8) - 2 \cdot a - 1 \cdot a - 1 \cdot (9,8) = \frac{1}{2} (5) a$$

$$19,6 - 3 \cdot a - 9,8 = \frac{1}{2} (5) a$$

$$-3 \cdot a + 9,8 = \frac{5}{2} a$$

$$a = 1,7818 \text{ m/s}^2$$

Luego:

$$T_1 = P_1 - m_1 \cdot a$$

$$T_1 = 19,6 - 2 \cdot (1,7818)$$

$$T_1 = 16,03 \text{ N}$$

$$T_2 = m_2 \cdot a + P_2$$

$$T_2 = 1 \cdot (1,7818) + 9,8$$

$$T_2 = 11,58 \text{ N}$$

Se ha comprobado que analíticamente como experimentalmente $T_1 > T_2$, debido a que $m_1 > m_2$.

PARTE 2

a. Tome el sistema formado por dos cilindros de diferente radio.

b. Ahora tome el extremo de la cuerda y aplique una fuerza, de tal forma que el sistema empieza a rotar. (Figura 3.3)

c. Observe el sentido de giro de cada cilindro y anótelo en su cuaderno de trabajo.

d. Enrolle nuevamente la cuerda en los dos cilindros, y señale un punto de referencia en cada cilindro, como se muestra en

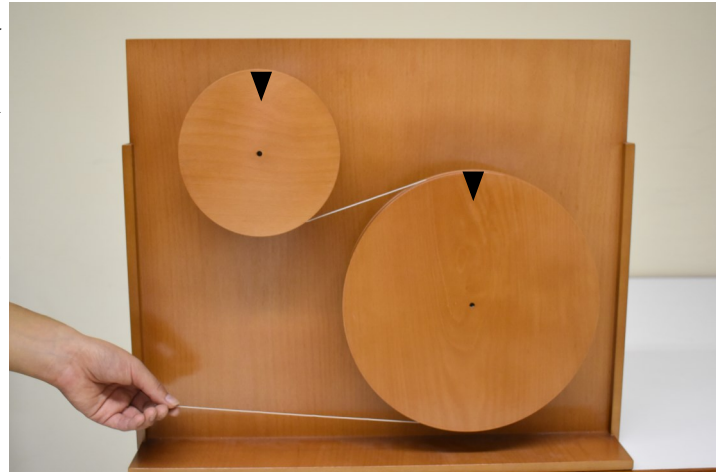


Figura 3.3

Fuente: Autoría propia

la figura 3.3. Realice una fuerza hasta que la cuerda se desenrolle completamente y cuente el número de vueltas que da cada cilindro. Anótelo en su cuaderno de trabajo.

Corrobore que sus estudiantes hayan concluido que:

1. El sentido de giro para el cilindro de menor radio es antihorario mientras que, para el cilindro de mayor radio es horario. Ahora, pregunte a sus estudiantes: ¿Por qué el sentido de giro es diferente para cada cilindro?. Socialicen su respuesta.
2. El número de vueltas es superior para el cilindro de menor radio que el de mayor radio; por tanto el cilindro de menor radio al girar más obtendrá una velocidad angular ω mayor que el otro cilindro, y su aceleración angular α también será mayor.

- e. Una vez más enrolle la cuerda en los cilindros. Tome un punto de referencia para el cilindro de menor radio, luego aplique una fuerza en el extremo de la cuerda, y con ayuda del cronómetro tome el tiempo que demora el cilindro de menor radio en dar 3 vueltas completas. Anótelos en la tabla 3.1

	Tiempo (s)
Primera vez	
Segunda vez	
Tercera vez	
Cuarta vez	
Quinta vez	
PROMEDIO	

Tabla 3.1

- f. Realice el mismo procedimiento del literal e, 5 veces. Procure realizar una fuerza constante para cada vez. Luego calcule el tiempo promedio que tardó en dar 3 vueltas completas el cilindro.
- g. Ahora determine la velocidad angular ω_r del cilindro de menor radio, utilizando la ecuación: donde $\omega = \frac{2\pi n}{t}$ n es el número de vueltas. Anótelos en la tabla 3.2
- h. Utilice los datos de la tabla 3.2 para calcular la velocidad angular ω_R correspondiente al cilindro de mayor radio.

$$\omega_r \cdot r = \omega_R \cdot R$$

Se determina que: $\omega_r > \omega_R$

Por tanto se comprueba que el cilindro de menor radio tiene una velocidad angular mayor que el otro cilindro, por ende el número de vueltas será mayor.

DATOS DEL SISTEMA	
Radio 1	12, 5 cm
radio 2	7, 5 cm
ω_r	
ω_R	

Tabla 3.2

PARTE 3

- a. Tome el tercer sistema formado por un cilindro acanalado y el otro macizo.
- b. Ahora tome el extremo de la cuerda y aplique una fuerza, de tal forma que el sistema empiece a rotar. (Figura 3.4)
- c. Observen el sentido de giro de cada cilindro; y anótelos en su cuaderno de trabajo.

- d. Enrolle nuevamente la cuerda en los dos cilindros, y señale un punto de referencia en cada cilindro, como se muestra en la figura 3.4. Realice una fuerza hasta que la cuerda se desenrolle completamente y cuente el número de vueltas que da cada cilindro. Anótelo en su cuaderno de trabajo.

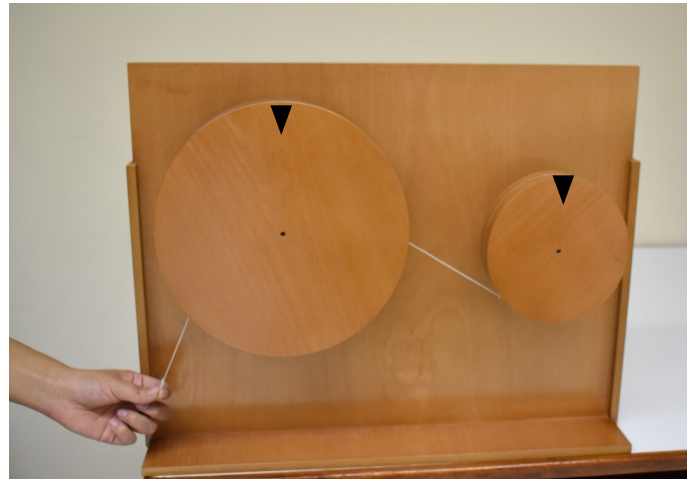


Figura 3.4

Fuente: Autoría propia

Corrobore que sus estudiantes hayan concluido que:

1. El sentido de giro para el cilindro acanalado es antihorario, mientras que para el cilindro macizo es horario. Ahora, pregúnteles: ¿por qué el sentido de giro es diferente para cada cilindro?. Socialicen su respuesta.
 2. El número de vueltas para los dos cilindros es el mismo. Pregúnteles: ¿por qué creen que ambos cilindros dan el mismo número de vueltas?. Socialicen su respuesta. Indique que el radio interno del cilindro acanalado, por donde se enrolla la cuerda, es igual al radio del cilindro macizo.
- e. Ahora, compruebe analíticamente que los dos cilindros tienen mismas aceleraciones angulares ya que describen el mismo número de vueltas. Suponga que la fuerza que jala al extremo de la cuerda es de 100 N.

Comprobación Analítica

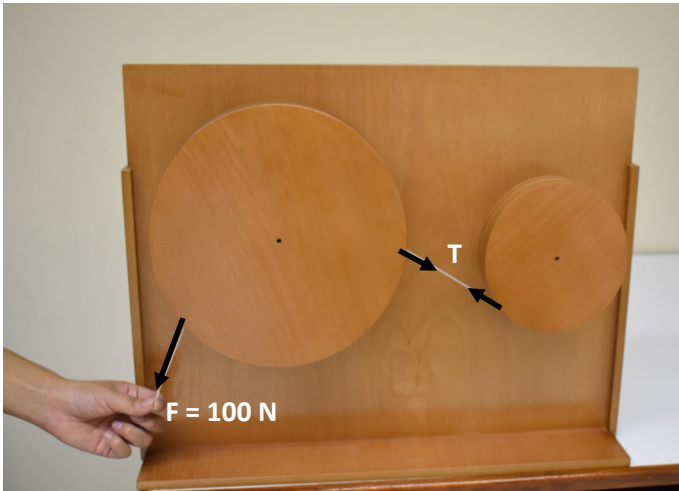


Figura 3.5

Fuente: Autoría propia

Datos:

Cilindro acanalado

$$R_e = 12,5 \text{ cm}$$

$$R_i = 7,5 \text{ cm}$$

$$M = 10 \text{ kg}$$

Cilindro macizo

$$R = 7,5 \text{ cm}$$

$$m = 5 \text{ kg}$$

Movimiento Rotacional. Segunda Ley de Newton

Cilindro Macizo

$$\sum \tau = I \cdot \alpha$$

$$R \cdot F - R \cdot T = \frac{1}{2} \cdot M \cdot R^2 \cdot \alpha$$

Pero: $\alpha = \frac{a}{R}$

En- tonces:

$$R \cdot F - R \cdot T = \frac{1}{2} \cdot M \cdot R^2 \cdot \frac{a}{R}$$

$$R \cdot (F - T) = \frac{1}{2} \cdot M \cdot R \cdot a$$

i.
$$F - T = \frac{1}{2} \cdot M \cdot a$$

Cilindro Acanalado

$$\sum \tau = I \cdot \alpha$$

$$R_i \cdot T = \frac{1}{2} \cdot M \cdot (R_e^2 + R_i^2) \cdot \frac{a}{R_i}$$

$$R_i^2 \cdot T = \frac{1}{2} \cdot M \cdot (R_e^2 + R_i^2) \cdot a$$

$$(0,075)^2 \cdot T = \frac{1}{2} (10) [(0,125)^2 + (0,075)^2] a$$

$$0,005625T = 0,10625a$$

$$T = \frac{0,10625}{0,005625} a$$

$$T = 18,889 a$$

Reemplazar en i.

$$F - 18,889a = \frac{1}{2} M \cdot a$$

$$(100) - 18,889a = \frac{1}{2} (5) \cdot a$$

$$100 = \frac{5}{2} a + 18,889a$$

$$a = \frac{100}{21,388} = 4,675 \text{ m/s}^2$$

Luego: $\alpha = \frac{a}{R}$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{4,675}{0,075} = 62,340 \text{ rad/s}$$

Se comprueba que las aceleraciones angulares son las mismas para los dos cilindros.

$$\alpha_1 = \alpha_2$$

MARCO TEÓRICO

El momento angular o momento cinético L es una magnitud vectorial asociada al movimiento de rotación de un sistema y puede expresarse como el producto de dos magnitudes: la velocidad angular ω y el momento de inercia I . En ausencia de momento de fuerzas externas, el momento angular del sistema se conserva en el tiempo, preservándose el estado de movimiento rotacional.

Por lo que la dinámica rotacional de un sistema estudia el movimiento que adquiere un cuerpo rígido solo o un sistema de cuerpos rígidos ligados mediante una o más cuerdas sometido a uno o más torques. La ecuación básica a utilizarse es la segunda ley de Newton para la rotación expresada escalarmente en la forma esto es, con los tres parámetros referidos al eje Z , que es el eje $\sum \tau_z = I_z \alpha_z$ de rotación.

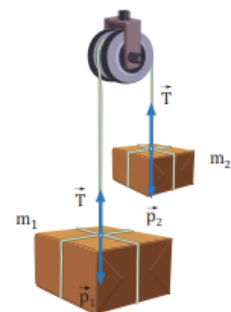
Para la aplicación de la ecuación anterior a situaciones dinámico-rotacionales se han de seguir las tres etapas o fases ya conocidas:

A) FASE GRÁFICA: Se empezará colocando el sistema de referencia, únicamente el eje Z , cuerpo por cuerpo, de tal manera que dicho eje Z sea el eje de rotación de cada cuerpo; para esto se ha de aplicar la ley de la mano derecha que expresa lo siguiente: “Se empuñan los dedos en el sentido de la rotación del cuerpo, se extiende el pulgar el cual indica la orientación del eje $+Z$ ”. Luego de ello se colocarán todas las fuerzas con sus respectivas distancias o “brazos de torque” desde el eje

¿Sabías que...?

La Máquina de Atwood

Consta de una polea y un hilo inextensible y de masa despreciable que pasa por su garganta. De cada uno de los extremos del hilo se puede colgar un cuerpo.



La aceleración del sistema es:

$$a = \frac{(m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2}$$

Z. Con esto se obtienen los “diagramas de cuerpo libre”.

B) FASE FÍSICA: En esta etapa o fase se aplicará la segunda ley de Newton para la rotación, cuerpo por cuerpo, hasta obtener las ecuaciones dinámicas del sistema; en caso de no conseguir el número adecuado de ecuaciones se hará uso de la relación $a = \alpha \cdot r$ teniendo presente que todos los puntos de la cuerda se desplazarán con la misma aceleración lineal a y que las aceleraciones angulares de los diferentes cuerpos serán inversamente proporcionales a sus respectivos radios de canaleta o enrollamiento. Aquí conviene aclarar una cuestión relacionada con dos posibles radios que se podrían presentar en la práctica:

- 1) el radio del cuerpo es R , el cual será utilizado exclusivamente para el cálculo del momento de inercia;
- 2) el radio de la canaleta o enrollamiento es r , el cual será utilizado para la ubicación de la(s) tensión(es) de la cuerda, para el cálculo de torques provocados por dichas tensiones y para la aplicación de la relación $a = \alpha \cdot r$ donde a es la aceleración lineal tangencial de cualquier punto de la cuerda y r es el radio de enrollamiento. La figura 3.6 muestra los dos radios antes descritos. Conviene indicar que habrá situaciones dinámicas en las que coincidirán los dos radios. Estos casos han de ser observados cuidadosamente y simbolizados de manera correcta e inequívoca en las fases gráfica y física para su posterior utilización en la fase matemática.

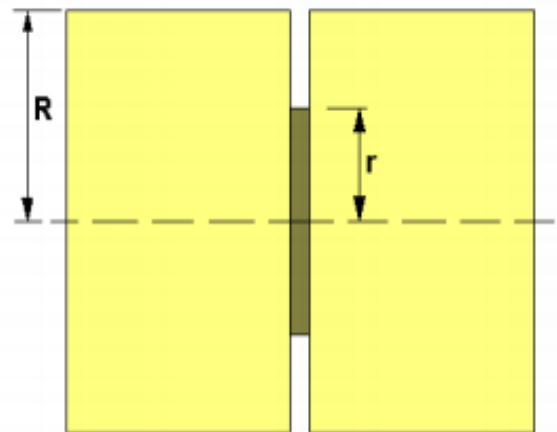


Figura 3.6

C) FASE MATEMÁTICA: Finalmente en esta fase de resolución del sistema de ecuaciones antes obtenido, se hará uso de las herramientas matemáticas del álgebra y otras para la determinación de los valores concretos de las incógnitas .

Fuente: AVECILLAS, Santiago. (2007). Física II



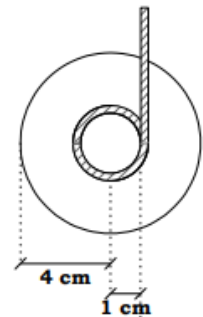
CONSOLIDACIÓN:

1. Resuelva los siguientes problemas:

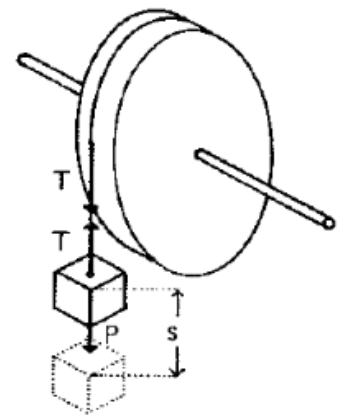
- Los radios de las ruedas de una bicicleta son 40 cm y 50 cm. Si la bicicleta recorre una distancia de 80 m, ¿cuántas vueltas ha dado cada rueda?



- Un yoyo tiene radio exterior 4 cm y eje interno de 1 cm de radio. El yoyo es dejado caer mientras se desenrolla (el yoyo rueda, no se desliza). Calcule la velocidad lineal del centro de masa y la velocidad angular del yoyo cuando se haya desenrollado 2 cm de la cuerda.



- Un cilindro macizo, de 30 cm de diámetro, puede girar alrededor de su eje longitudinal, apoyado sobre cojinetes en un plano horizontal, desprovistos de rozamiento. Sobre su superficie tiene enrollada una cuerda, que soporta en su extremo libre un bloque de masa $m = 8 \text{ kg}$. Si partiendo del reposo, el bloque desciende, con movimiento uniformemente acelerado, un altura de $s = 63 \text{ m}$ en 5 s, hallar:



- La tensión de la cuerda.
- El momento de inercia del cilindro.



2. Utilizando el sistema formado por dos cilindros de diferente radio (figura 3.4), compruebe que la velocidad angular del cilindro de radio menor es mayor que la del otro cilindro. (Utilice un análisis parecido a los anteriores casos).

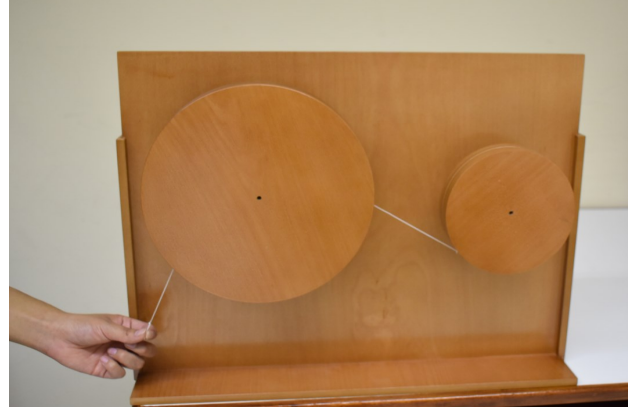
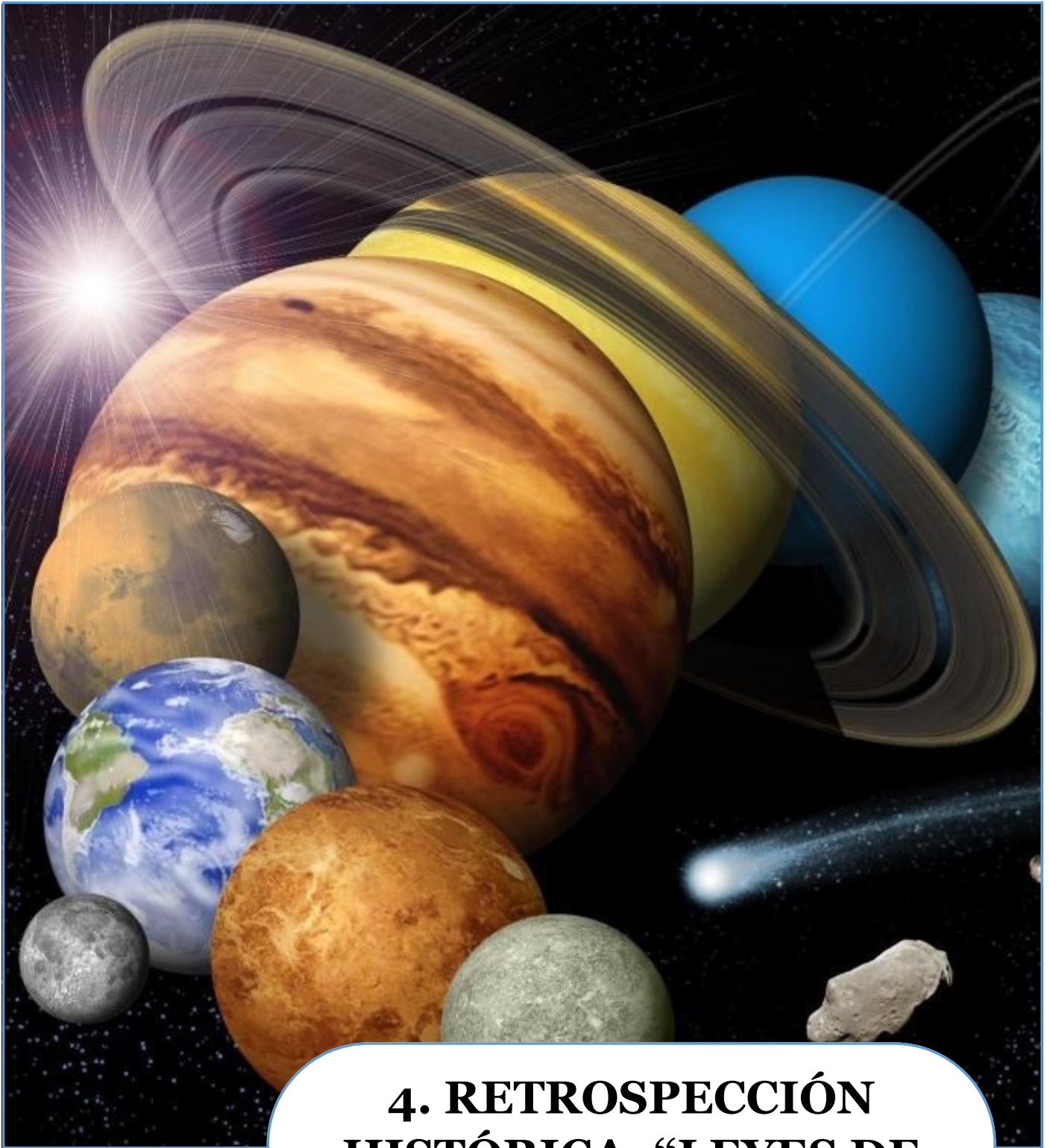


Figura 3.4



4. RETROSPECCIÓN HISTÓRICA. “LEYES DE KEPLER”

“EL NITRÓGENO ES NUESTRO ADN, EL CALCIO DE NUESTROS DIENTES, EL HIERRO DE NUESTRA SANGRE Y EL CARBONO DE NUESTRAS TARTAS DE MANZANAS FUERON HECHOS EN EL INTERIOR DE ESTRELLAS QUE ESTABAN COLAPSANDO. ESTAMOS HECHOS DEL MATERIAL DE LAS ESTRELLAS”

-CARL SAGAN

Retrospección histórica. “Leyes de Kepler”

Física II

Sistema Planetario

Descripción

Elemento	Material	Color	Cant.
Esferas de distintos tamaños	Plástico	Amarillo, rosado, azul, verde, rojo, celeste.	7
Base	Madera	Negro	1
Soportes	Varilla	Negro	8

GUÍA PARA EL DOCENTE

OBJETIVOS:

- ♦ Explicar y ejemplificar la distancia que mantienen los cuerpos celestes entre ellos.
- ♦ Conocer y entender las tres leyes de Kepler.
- ♦ Reflexionar sobre nuestro lugar en el universo.

Tiempo Estimado:

2 horas



Anticipación

Para realizar una introducción llamativa e interesante al tema, se recomienda comenzar por plantear una serie de preguntas en donde se permita a los estudiantes ser participes activos y a la vez se despierte su interés por el tema.

⇒ ¿Qué tan distante se encuentra el sol de nuestro planeta?

⇒ ¿Por qué cree usted que la Tierra es el único planeta dentro de nuestro Sistema Solar capaz de albergar vida?

⇒ ¿Sabe usted quién fue Johannes Kepler?



Fuente: Google



¿Sabías qué?

- Júpiter es el planeta que más rápido gira sobre sí mismo en nuestro sistema Solar, tardando aproximadamente 10 horas en dar un giro completo.
- Venus es el planeta que más lento gira sobre sí mismo, tardando 243 días en dar un giro completo.
- La gran mancha roja de Júpiter es dos veces el tamaño de la Tierra.



Construcción

- ⇒ Se recomienda realizar la construcción del conocimiento con actividades que se encuentran distribuidas en dos partes.

PARTE 1

- ⇒ Pida a los estudiantes que se reúnan en grupos de cuatro.

- ⇒ Luego haciendo uso del material didáctico concreto (*Figura 4.1*), mismo que ha sido elaborado a escala respetando minuciosamente la separación real que hay entre cada cuerpo celeste, entregue a cada grupo por turnos la maqueta.

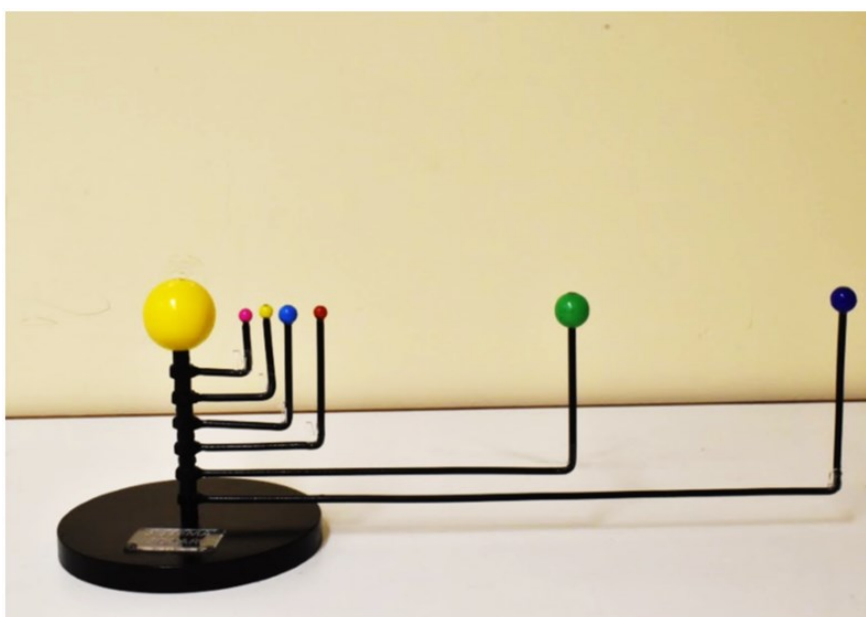


Figura 4.1

Fuente: Autoría Propia

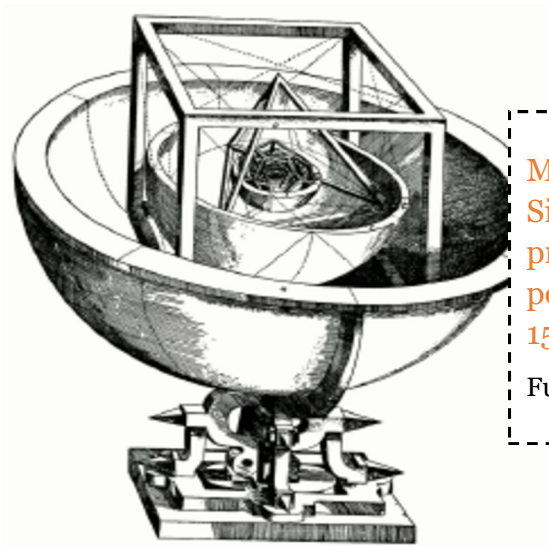
- ⇒ Indique en qué escala está elaborada la maqueta y pida a sus estudiantes que midan las diferentes distancias de los cuerpos celestes con respecto al Sol, para que en base a ello calculen las distancias en escala real. Anote los cálculos en su cuaderno de su trabajo y compárelos con la *Tabla 4.1* que se encuentra en el marco teórico.
- ⇒ Para finalizar esta actividad se sugiere hacer la proyección del vídeo “*Nuestro lugar en el universo - Carl Sagan*” (<https://www.youtube.com/watch?v=oFXvI6m1Uss>) y realizar una reflexión sobre el mismo.

PARTE 2

- ⇒ Comience por dar a conocer a los estudiantes la biografía de Johannes Kepler, para ello entregue a cada uno una copia de los anexos.
- ⇒ Genere un espacio de 10 minutos para que los estudiantes realicen la respectiva lectura y proceda a realizar una socialización en conjunto, sobre lo leído.
- ⇒ Se sugiere que durante la socialización se plantee a los estudiantes la interrogante: ¿De qué tratan las famosas leyes de Kepler?
- ⇒ Mediante el empleo del material didáctico concreto, pida a los estudiantes que realicen una breve explicación de cada una de las leyes de Kepler, según lo que ellos comprendieron de la lectura previa.
- ⇒ Projete el vídeo “*Las Leyes de Kepler en 2 minutos*” (<https://www.youtube.com/watch?v=llnoC2--xHk>)



Fuente: Google



Modelo del Sistema Solar presentado por Kepler en 1596. Fuente

Fuente: Google

MARCO TEÓRICO

Algo que siempre intrigó al hombre fue el movimiento planetario. Los antiguos griegos y otros pueblos consideraban que la tierra era el centro del universo y que todo giraba en torno a ella, ya sea en círculos concéntricos o sobre trayectorias epicíclicas (Ptolomeo). Nicolás Copérnico, hacia 1500 propuso que el sol era el centro y que todo giraba en torno a él; de esta manera se simplificaban las cosas. Realmente los geocentristas y los heliocentristas tenían la razón: todo dependía del sistema de referencia elegido para hacer sus observaciones y mediciones. Tycho Brahe hizo uso de las ideas copernicanas y dedicó gran esfuerzo a la toma de abundantes datos relacionados con el sistema solar parcial conocido en su época.

A partir de los datos tomados por Brahe, Johannes Kepler elaboró un conjunto de tres leyes relacionadas con el movimiento planetario. Finalmente fue Isaac Newton quien, a partir de las leyes de Kepler, sintetizó la gran ley de gravitación universal, la cual es manejada en nuestros días, quizás con unas muy pequeñas correcciones sugeridas por la Mecánica Relativista General propuesta a inicios del siglo XX por el gran físico alemán Albert Einstein.

En este punto recomendamos al estudiante releer la vida y obra de los científicos de todos los tiempos que dedicaron todo su esfuerzo y empeño al conocimiento del Cosmos, empezando desde los antiguos griegos y continuando con los genios del presente milenio, particularmente los de los últimos cinco o seis siglos.

De las mediciones logradas a lo largo de muchos años por el astrónomo danés Tycho Brahe, el físico alemán Johannes Kepler pudo extraer tres hechos interesantes, actualmente conocidos como las leyes de Kepler, ellas son:

a) LEY DE LAS ÓRBITAS:

Los planetas se mueven en torno al sol sobre trayectorias elípticas estando el sol en uno de los focos de las mismas, como se ve en la *Figura 4.2*

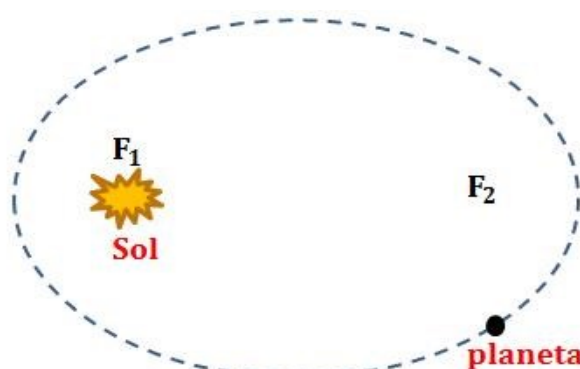


Figura 4.2 (Fuente: <http://www.universoformulas.com/fisica/dinamica/leyes-kepler/>)

b) LEY DE LAS ÁREAS:

Los radiovectores sol-planeta
“barren” áreas iguales en tiempos
iguales, *Figura 4.3*

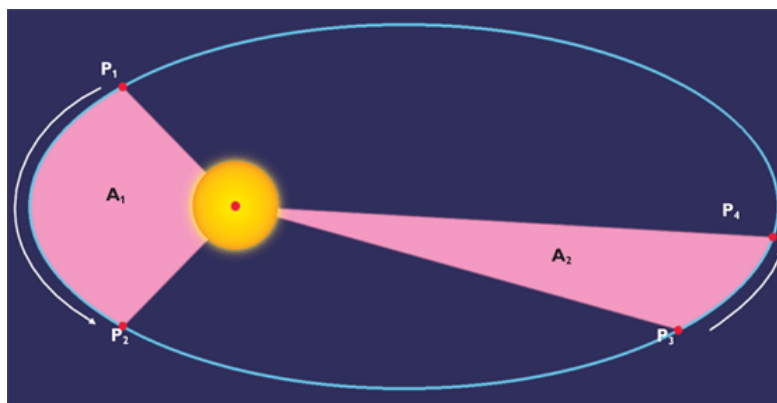


Figura 4.3 (Fuente: <https://blogs.ua.es/cienciaytecnologiadelxvi/files/2013/01/2-k1.png>)

Debido a que las órbitas son elípticas, cuando el planeta se encuentra más cerca del Sol, debe cubrir una distancia mayor para barrer la misma área que cuando está más lejos. Por tanto, el planeta se mueve más rápido cuando está cerca del Sol, que cuando está lejos. La gravedad acelera más el planeta cuando se acerca más a la masa del Sol. *Figura 4.4*

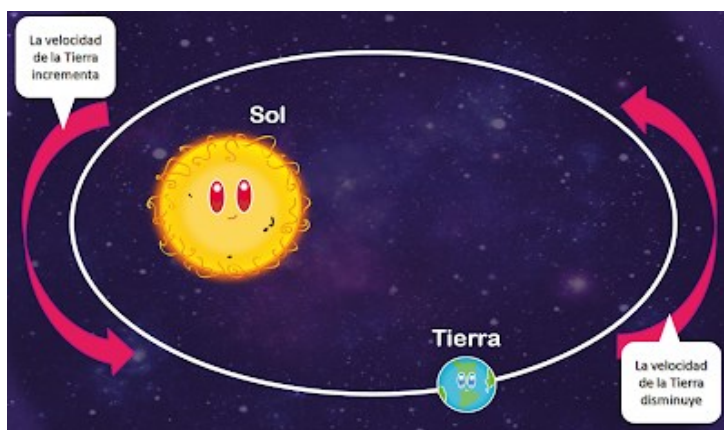


Figura 4.4 (Fuente: <http://physicsmore.blogspot.com/2012/08/las-leyes-de->

c) LEY DE LOS PERÍODOS:

Los cuadrados de los períodos de revolución son proporcionales a los cubos de las distancias medias entre el sol y los planetas, es decir:

$$T^2 = C r^3$$

T = Período (Tiempo empleado en describir su órbita completa)

r = distancia media (Longitud del semieje mayor de la elipse de la órbita)

$C = 4\pi^2 / GM$ (Constante válida para todos los planetas)

M = masa del cuerpo celeste alrededor del cual se realiza la órbita

DATOS SOBRE EL SISTEMA SOLAR						
ASTRO	RADIO MEDIO (del planeta)	MASA	PERIODO DE ROTACIÓN	RADIO ORBITAL MEDIO	PERIODO ORBITAL	EXCENTR.
	m	kg	s	m	s	
Sol	6,96E8	1,98E30	2,30E6	_____	_____	_____
Mercurio	2,34E6	3,28E23	5,03E6	5,79E10	7,60E6	0,206
Venus	6,26E6	4,83E24	2,10E7	1,08E11	1,94E7	0,007
Tierra	6,378E6	5,983E24	8,62E4	1,49E11	3,16E7	0,017
Marte	3,32E6	6,40E23	8,86E4	2,28E11	5,94E7	0,093
Júpiter	6,98E7	1,90E27	3,54E4	7,78E11	3,74E8	0,049
Saturno	5,82E7	5,68E26	3,61E4	1,43E12	9,30E8	0,051
Urano	2,37E7	8,67E25	3,85E4	2,87E12	2,66E9	0,046
Neptuno	2,24E7	1,05E26	5,69E4	4,50E12	5,20E9	0,004
Luna	1,74E6	7,34E22	2,36E6	3,84E8	2,36E6	0,055

Tabla 4.1

Fuente: Avecillas, S. (2007). Física II

**Consolidación:** *Hoja de trabajo para el estudiante*

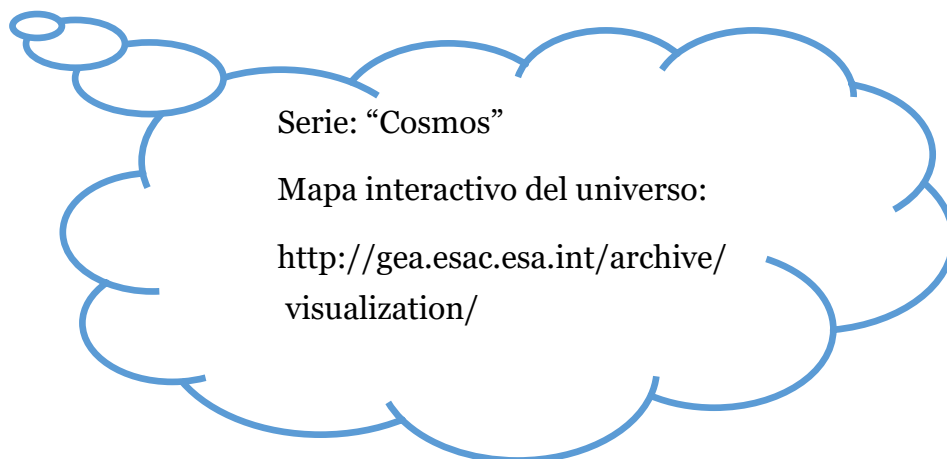
⇒ Con su ingenio y sus propias palabras explique la tercera ley de Kepler.

⇒ Resuelva en su cuaderno los siguientes ejercicios.

1. La distancia media de Mercurio al Sol es de $r = 57,9 \times 10^{10}$ m y la masa del Sol es de $1,99 \times 10^{30}$. Hallar el periodo de la órbita de Mercurio alrededor del Sol.
2. El periodo de la órbita de un satélite alrededor de la Tierra es de 1 hora 45 min. Suponiendo que su órbita sea circular, ¿cuál será la distancia del satélite a la superficie de la Tierra? (masa de la Tierra, $5,97 \times 10^{24}$)

⇒ Plantee dos ejercicios y resuélvalos, para ello use los datos de la tabla 4.1

Para los más curiosos.





1619. LAS TRES LEYES DE KEPLER

El astrónomo alemán Johannes Kepler es conocido, sobre todo, por sus tres leyes que describen el movimiento de los planetas en sus órbitas alrededor del Sol. Las leyes de Kepler fueron el fruto de la colaboración con el gran astrónomo

observador Tycho Brahe, quién había confeccionado las tablas astronómicas más precisas de la época. Kepler no comprendió el origen de sus leyes que tan bien describían tanto el movimiento de los planetas como el de otros cuerpos astronómicos como el sistema Tierra-Luna. Sería Newton quien extraería todas las consecuencias de las leyes de Kepler, permitiéndole así enunciar la Ley de la Gravitación Universal.

Kepler nació en Weil der Stadt, cerca de Stuttgart, (Alemania) en 1571. De naturaleza frágil y enfermiza, contrajo la viruela a los tres años, lo que debilitó considerablemente su vista. Pero pronto destacó en matemáticas y se interesó por la astronomía. Ingresó en un Seminario protestante en 1584 y estudió después en la Universidad de Tubinga. En 1594 abandona sus estudios de teología y comienza a enseñar matemáticas en una escuela de Graz. En 1600 conoció a Tycho Brahe en Praga y cuando murió este último le sustituyó como matemático imperial de Rodolfo II. A partir de 1612 vivió en Linz hasta 1626 cuando tuvo que abandonar la ciudad tras un asedio militar. Kepler murió en 1630 en Ratisbona (Alemania).

Kepler pasó la mayor parte de su vida tratando de comprender cómo se mueven los planetas, intuyendo que debían seguir algún tipo de ley. En Tubinga se había hecho firme partidario del modelo copernicano lo que le hacía intentar demostrar que las distancias de los planetas al Sol venían dadas por alguna regla matemática, por ejemplo utilizando un modelo con esferas inscritas en el interior de poliedros perfectos.

Tycho Brahe

Por otra parte, el astrónomo danés Tycho Brahe (1546-1601) había conseguido construir en Uraniborg (Dinamarca) el mejor observatorio de su época. En 1599, cuando perdió el apoyo del rey danés se trasladó a Praga, donde continuó observando hasta acumular un conjunto de observaciones muy sistemáticas y con la precisión más alta posible permitida por la observación sin telescopio.

En 1660 Tycho invitó a Kepler para trabajar con él de asistente en Praga. Sin embargo, la relación establecida por los dos astrónomos fue un tanto extraña y compleja. A pesar del interés de Kepler por datos observacionales de precisión, Tycho nunca dejó que Kepler accediese a los suyos. De hecho, Kepler no pudo acceder a tales datos hasta que, muerto Tycho, la familia de este último se los facilitó.



Con los datos de Tycho, Kepler realizó un importante trabajo de síntesis que le permitió formular sus tres famosas leyes:

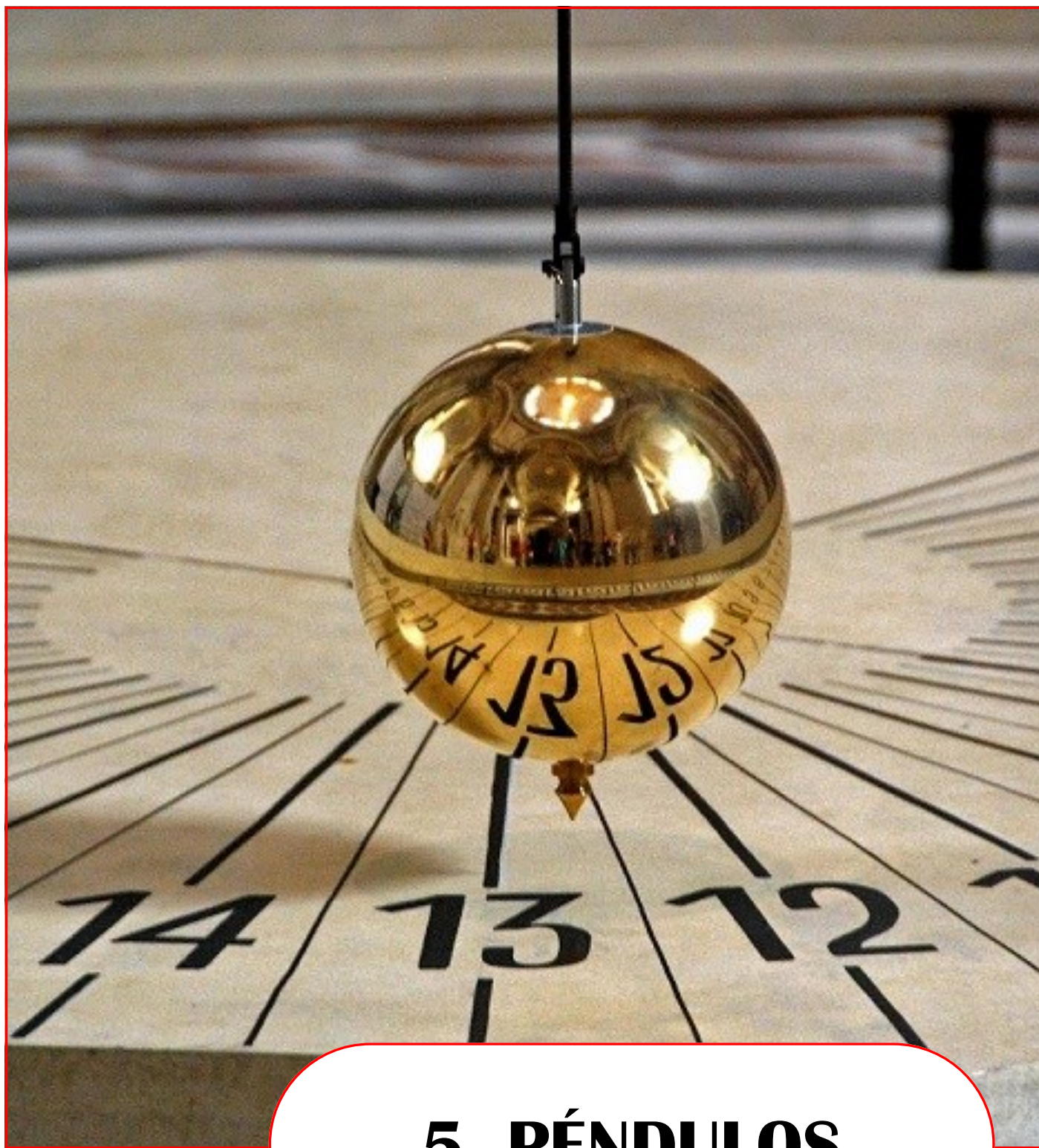
- Primera Ley (1609): Los planetas se desplazan alrededor del Sol describiendo órbitas elípticas, estando el Sol situado en uno de los focos.
- Segunda Ley (1609): El radio vector que une el planeta y el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales.
- Tercera Ley (1619): Para cualquier planeta, el cuadrado de su período orbital (tiempo que tarda en dar una vuelta alrededor del Sol) es directamente proporcional al cubo de la distancia media con el Sol.

Pero, aunque ciertamente resultó muy satisfactorio encontrar tales reglas, relativamente simples, como rectoras universales del movimiento planetario, Kepler nunca consiguió comprender el sentido último de tales de leyes. Isaac Newton (1643-1727) enunció su teoría de la Gravedad y la ley de la Gravitación Universal en 1685 ofreciendo así una explicación natural de las leyes de Kepler como consecuencia de la interacción (atracción) gravitacional que sufren los cuerpos.

Curiosidades

- Según Kepler, los movimientos celestes no eran más que una música continua y polifónica que debía ser comprendida por la inteligencia en lugar de por el oído. En su libro “La armonía del mundo” asignaba notas musicales a los movimientos de los planetas.
- Tycho inventó el sextante (un arco de un sexto de círculo) y, con el afán de mejorar la precisión de las observaciones, construyó unos cuadrantes enormes de unos 3 ó 4 metros de tamaño que fueron instalados en su observatorio de Uraniborg.
- En 1569, mientras estudiaba en Wittenberg, Tycho con 23 años de edad, se disputó con otro estudiante sobre los méritos que cada uno de ellos tenía en matemáticas. La disputa terminó en un duelo en el que Tycho perdió parte de su nariz, por lo que tuvo que llevar una prótesis metálica el resto de su vida.
- En 1572 Tycho observó una supernova en la constelación de Casiopea y en 1577 observó el paso de un cometa. Tycho demostró que ambos fenómenos eran astronómicos, probando así que, contrariamente a lo que se pensaba hasta entonces, el cielo no era inmutable.

Fuente: Hitos de la astronomía El mundo.es Rafael Bachiller



5. PÉNDULOS

"OPINIÓN ES COMO UN PÉNDULO Y OBEDECE A LA MISMA LEY. SI SE PASA POR EL CENTRO DE GRAVEDAD EN UN LADO, DEBE IR UNA DISTANCIA COMO EN EL OTRO, Y ES SÓLO DESPUÉS DE UN CIERTO TIEMPO QUE ENCUENTRA EL VERDADERO PUNTO EN EL QUE PUEDE PERMANECER EN REPOSO"

-ARTHUR SCHOPENHAUER

Péndulos

Física II

➤ ➤ Péndulo de Torsión

Descripción

Elemento	Material	Color	Cant.
Péndulo de torsión con dos masas móviles.	Acero de transmisión	Gris	1
Varilla de 1,50 m	Acero	Gris	1
Pinza de mesa	Acero	Gris	1
Nuez doble	Acero	Negro	1
Fibras de distintos tamaños	Acero	Dorado	9
Cronómetro	-	-	1

GUÍA PARA EL DOCENTE

OBJETIVOS:

- ♦ Explicar el funcionamiento de un péndulo de torsión, así como sus características esenciales.
- ♦ Determinar la relación entre el período de oscilación y el momento de inercia.
- ♦ Descubrir la influencia que tiene la distancia a la que se encuentra colocada una masa sobre el período de oscilación de un péndulo de torsión
- ♦ Establecer algunas aplicaciones prácticas para el péndulo de torsión.

Tiempo Estimado:

1 hora



Anticipación:

Activación de conocimientos previos.

Reúna a sus estudiantes en parejas y pida que respondan las siguientes preguntas en sus cuadernos de trabajo. Luego socialicen sus respuestas.

- ⇒ ¿Qué es un péndulo?
- ⇒ Defina las características del péndulo: período, frecuencia, amplitud y velocidad angular.
- ⇒ ¿Qué tipos de péndulo conoce?
- ⇒ ¿Cómo determinar experimentalmente el período de oscilación de un péndulo?
- ⇒ Mencione algunos elementos que contengan un péndulo.



Fuente: Google



Construcción:

A través del uso del material didáctico concreto se sugiere realizar la siguiente actividad, la cual permitirá la manipulación del material por parte del estudiante. Finalizada la actividad el estudiante podrá descubrir la influencia que tiene la distancia a la que se encuentra colocada una masa, sobre el período de oscilación de un péndulo de torsión.

Actividad sugerida:

PARTE 1

- Presente el material a los estudiantes e indique todos los elementos que serán necesarios para su respectivo armado.
- Pida la colaboración de un estudiante y proceda con el armado del material, tal como se puede apreciar en la *Figura 5.1*, utilizando la fibra de 1,40 m. Mientras se realiza el armado recuerde a los estudiantes cada elemento que conforma el sistema del péndulo de torsión.
- Una vez que el péndulo de torsión se encuentre completamente armado, pida a un estudiante que le ayude en la toma de lectura del período de oscilación a través del cronómetro.
- Proceda a ejercer un pequeño torque en la varilla que se encuentra suspendida en el extremo libre de la fibra. Tome la lectura del período de oscilación y anote en la tabla 5.1 adjunta en la parte inferior.
- Ahora mueva las masas a $1/4$ del extremo de la varilla de cada lado, y repita el literal d.
- Finalmente mueva las masas hacia el centro de la varilla y vuelva a repetir el literal d.

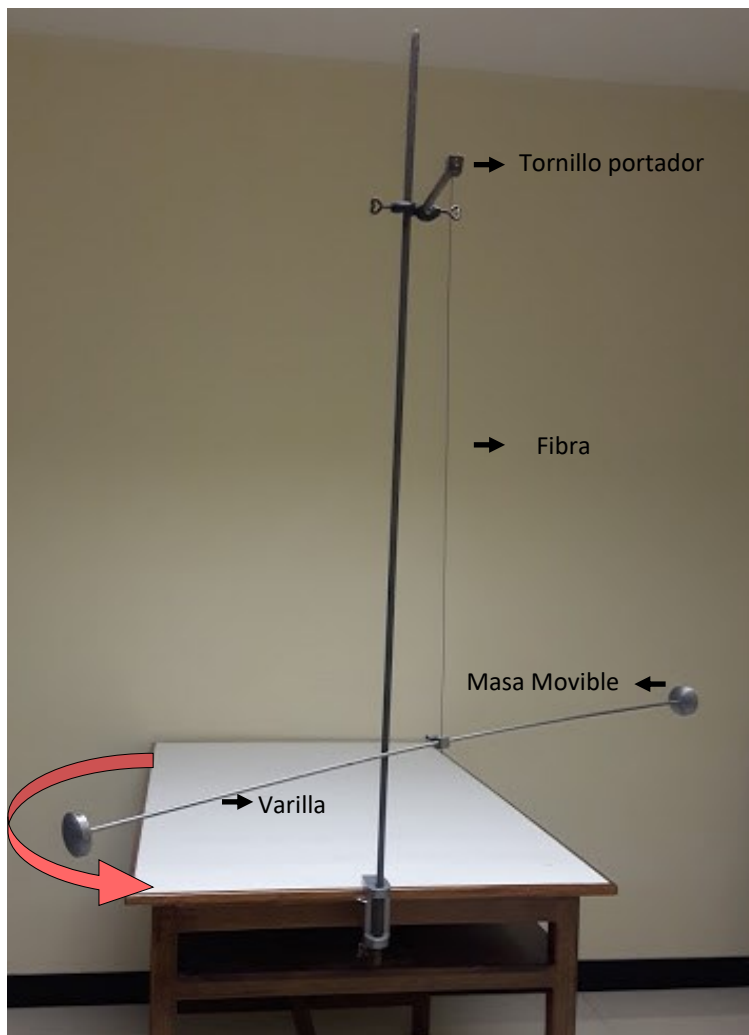


Figura 5.1

Fuente: Autoría Propia

Distancia (m)	Período (s)
Masas en cada extremo de la varilla respectivamente	
Masas a $1/4$ del extremo de la varilla de cada lado.	
Masas en el centro de la varilla respectivamente	

Tabla 5.1

- f) Finalmente mueva las masas hacia el centro de la varilla de cada lado, y repita el literal d.

PARTE 2

- a) Coloque nuevamente las masas en los extremos de la varilla con una fibra de diferente longitud, y repita el literal d, pero esta vez anote los resultados en la tabla 5.2.
- b) Repita el literal anterior, con las fibras de diferentes longitudes.

Finalmente, escriba la conclusión y exponga los resultados frente a la clase.

Conclusión:

Longitud (m) de la fibra	Período de Oscilación (S)
1, 40	
1, 30	
1, 20	
1, 10	
1, 00	
0, 90	
0, 80	
0, 70	
0, 60	

Tabla 5.2

MARCO TEÓRICO

El péndulo de torsión se utiliza a nivel experimental como vehículo para la enseñanza – aprendizaje de conceptos, para la comprobación de la segunda Ley de Newton en rotación, en el cálculo aproximado del valor de la gravedad, en la determinación de la constante de un alambre de torsión; así también en aplicación de la Ley de Steiner o de los ejes paralelos, y en la determinación de conceptos asociados con el movimiento armónico simple “M.A.S.”, como lo son el período, la frecuencia, la posición angular y la elongación, entre otros.

El péndulo de torsión es un sistema mecánico que describe un movimiento periódico. El sistema está constituido por una fibra o varilla muy delgada, de momento de inercia despreciable y constante de torsión k , y por un cuerpo cualquiera de momento de inercia I que ha sido fijado en forma simétrica en el extremo libre de la fibra, *Figura 5.2*.

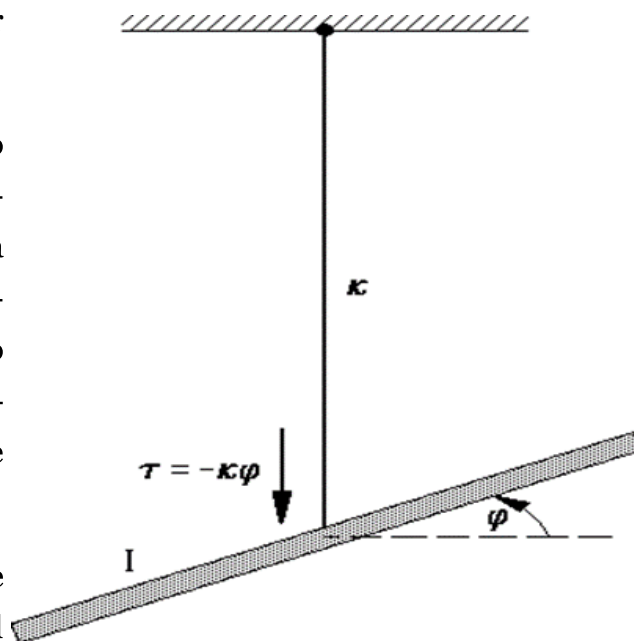


Figura 5.2

Cuando el sistema es retirado de la posición de equilibrio en una cantidad \vec{j} la fibra presenta el torque recuperador $\tau = -k\vec{j}$ que es la causa física que da origen al MAS angular subsiguiente. Aplicando la segunda ley de Newton para la rotación tenemos:

$$\sum \tau = I\ddot{\phi}$$

$$-k\phi = I\ddot{\phi} \text{ (a)}$$

$$-k\phi = I\phi\omega^2 \text{Sen}(\omega t + \varepsilon)$$

$$-k\phi = -k\phi \text{Sen}(\omega t + \varepsilon)$$

De donde: $\phi = \phi \text{Sen}(\omega t + \varepsilon)$

Que es la expresión escalar para la posición angular del cuerpo en función de tiempo.

Ahora escribamos la ecuación (a) de la forma:

$$-k\phi \text{Sen}(\omega t + \varepsilon) = -I\phi\omega^2 \text{Sen}(\omega t + \varepsilon)$$

De donde:

$$\omega^2 = \frac{k}{I} = \frac{4\pi^2}{p^2}$$

Entonces:

$$P = 2\pi \sqrt{\frac{I}{k}}$$

Que es la ecuación del período de oscilación.

En la actualidad el péndulo de torsión se utiliza para dar soporte a los componentes de suspensión de los automóviles, en los denominados resortes de torsión. Estos resortes deben su nombre a la fuerza que aplican para funcionar, es decir, la fuerza de torsión, que hace uso de la presión que se ejerce por uno de sus lados para conferir fuerza al otro extremo y así mantenerlo inmóvil en una posición deseada. Algunos relojes que utilizan resortes de torsión en vez del convencional péndulo que se mueve hacia un lado y hacia el otro continuamente, hacen uso de la fuerza de torsión para preservar el movimiento del mecanismo y no dejar de registrar el tiempo.



En 1777, el físico francés C. Agustín de Coulomb crea el primer péndulo o balanza de torsión con el objetivo de medir fuerzas débiles. Coulomb buscaba mejorar la brújula de los marinos y, por ello, empezó a experimentar con cargas eléctricas utilizando el péndulo de torsión que creó.



CONSOLIDACIÓN: Hoja de trabajo para el estudiante

Tarea para la casa.

- Defina los siguientes conceptos:

Péndulo de torsión: _____

M.A.S : _____

Ángulo de giro: _____

Velocidad angular: _____

- Complete:

Si en un péndulo de torsión se aumenta el número de masas , entonces el período _____

Cuanto más cerca del centro se encuentran las masas del péndulo de torsión, el período

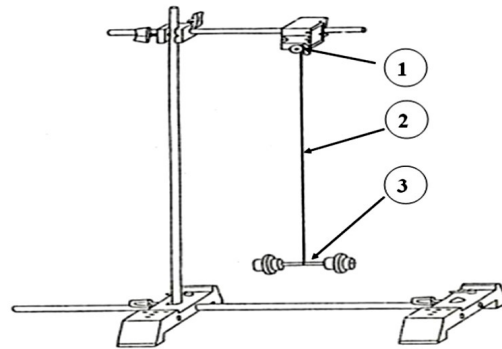
Un péndulo de torsión que se mueve con “M.A.S.” tiene su máxima velocidad en la

- Responda Verdadero o Falso. Justifique su respuesta.

El movimiento de un péndulo de torsión es un movimiento armónico simple siempre que exista una relación lineal entre el momento recuperador y el ángulo girado. (___)



- Coloque las partes:



- Resuelva

1. Un péndulo de torsión está formado por una fibra de constante $\kappa = 0,24 \text{ Nm/rad}$. En su extremo libre se fija una esfera de 10 kg y 20 cm de radio. Se torsiona al conjunto un ángulo de $22,5^\circ$ y se le suelta. Escriba las ecuaciones cinemáticas del MAS subsiguiente.
2. ¿Cuál es el torque recuperador de un péndulo de torsión?

1. Investigue en qué situaciones de la vida diaria podemos encontrar o aplicar el péndulo de torsión.



6. PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

“AQUEL QUE LO INTENTÓ Y NO LO CONSIGUIÓ ES SUPERIOR AL QUE NI LO INTENTÓ”

-ARQUÍMEDES

Principio de Arquímedes

Física II



Barcos y tina de Arquímedes

Descripción

Elemento	Material	Color	Cant.
Barcos	Madera de Laurel	Marrón	2
Tina	Vidrio	Transparente	1

Tiempo estimado:

2 horas



Anticipación

Preguntas Exploratorias:

- ⇒ ¿Cuál cree que es la razón por la que algunos cuerpos flotan y otros se hunden?
- ⇒ ¿Por qué los barcos no se hunden a pesar de ser muy grandes y pesados?
- ⇒ ¿Por qué cree que una piedra, al ser más pequeña que un barco, se hunde, sin embargo el barco no?
- ⇒ ¿Cree usted que influye el peso para que un cuerpo se hunda o flote?



Construcción

Haciendo uso del material lúdico, se sugiere realizar las siguientes actividades que permitan despertar el interés del estudiante por el tema a tratar.

- Presente a los estudiantes los dos barcos, el primero de vela blanca con densidad homogénea, y el segundo de vela negra con densidad no homogénea; que corresponden al material didáctico concreto, describiendo e indicando algunos elementos importantes de los cuales está formado un barco como: el mástil, el casco, las velas, entre otros que considere pertinentes.
- Proceda a llenar la tina de Arquímedes con agua en un 80 % de su capacidad.
- Coloque dentro de la tina el barco con vela blanca. (*Figura 6.1*)
- A continuación proceda a realizar las siguientes interrogantes a sus estudiantes:

- A partir de la observación ¿El barco se encuentra sumergido total o parcialmente?

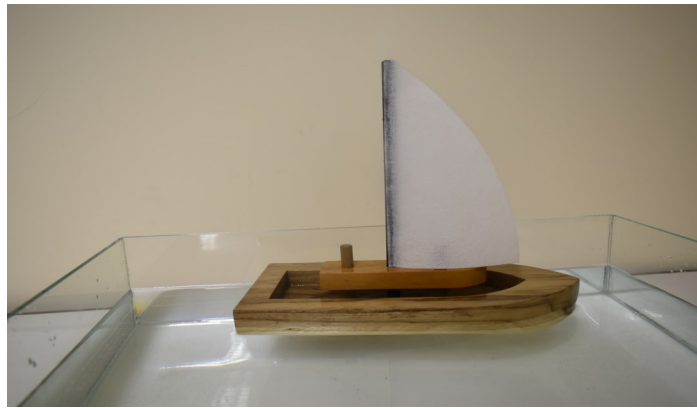


Figura 6.1
Fuente: Autoría Propia

- ¿El barco se encuentra en equilibrio? Si su respuesta es afirmativa, ¿qué cree usted que pasa con la fuerza del peso?. Recordando la primera ley de Newton: la sumatoria de todas las fuerzas es igual a cero $\sum \vec{F} = 0$ Para que se cumpla esta ley, ¿qué fuerza cree usted que debe contrarrestar al peso?

- Finalmente, establezca con sus estudiantes que la fuerza que contrarresta al peso es la llamada “Fuerza de Empuje”

- Para reforzar lo realizado anteriormente termine con la siguiente actividad: Indique las fuerzas que actúan en el barco, grafique-

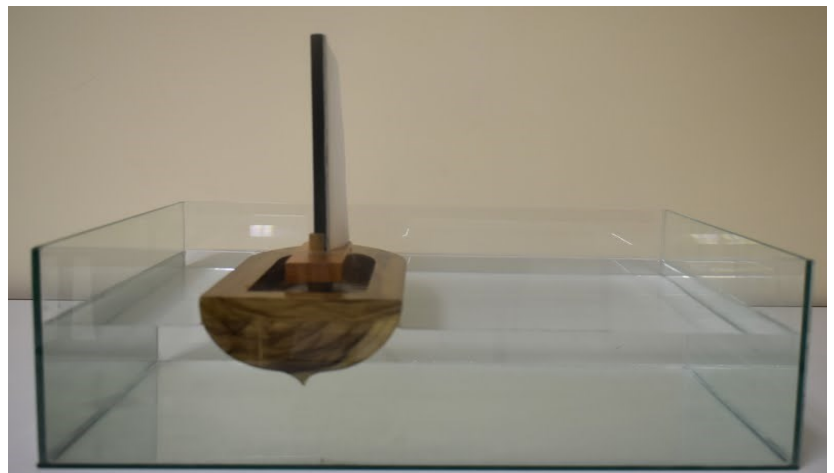


Figura 6.2

Fuente: Autoría Propia

las en la *Figura 6.2*

RECUERDA QUE:

Todo líquido ejerce una fuerza hacia arriba que actúa sobre los cuerpos sumergidos en él, conocida como *Fuerza de Empuje*.

- e) Luego, haciendo uso del siguiente simulador <http://www.iesaguilarycano.com/dpto/fyq/eureka.html>, diríjase a la pestaña experiencias, y en esta acceda en experiencia 6. A partir de la simulación se introduce el concepto del principio de Arquímedes.



En consecuencia: la magnitud de la fuerza de empuje es igual al peso del volumen del fluido desalojado por el objeto.

- f) Tome una vez más el barco de vela blanca y colóquelo dentro de la tina de Arquímedes, indicando las fuerzas que actúan en él. Luego aplique una fuerza en el extremo del mástil de tal manera que el barco gire 30° y suéltelo (Figura 6.3). Ahora, haga notar qué ocurre y explíquelo (marco teórico).

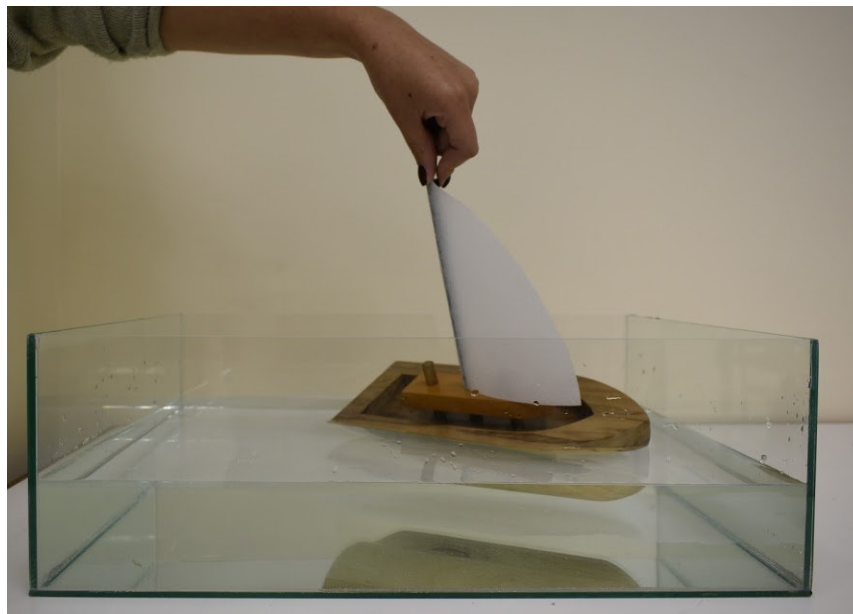


Figura 6.3

Fuente: Autoría Propia

g) Ahora tome el barco de vela negra y realice el mismo procedimiento del literal f.



Figura 6.4

Fuente: Autoría Propia

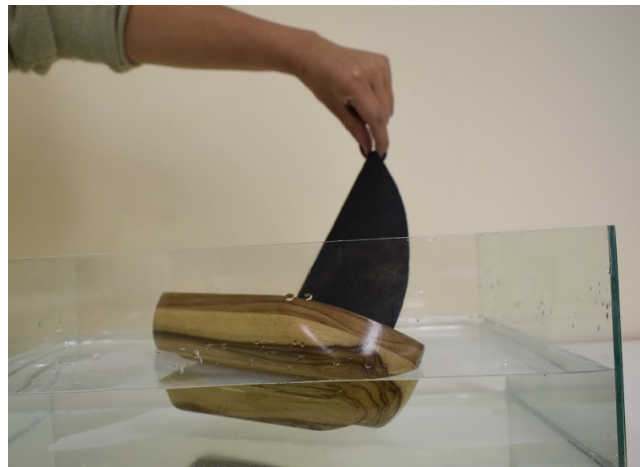


Figura 6.5

Fuente: Autoría Propia



Figura 6.6
Fuente: Autoría Propia

PARA REFLEXIONAR

Finalizada la explicación anterior con el material concreto, reflexione conjuntamente con sus estudiantes sobre las siguientes preguntas:

- ♦ ¿En qué situaciones naturales, un barco puede experimentar una inclinación?
- ♦ ¿Por qué el Titanic se hundió?
- ♦ ¿Existe alguna forma de lograr que el barco no se hunda, cuando este haya sufrido un oleaje?



MARCO TEÓRICO

El principio de Arquímedes establece que la fuerza de empuje que sufren los cuerpos sumergidos dentro de un fluido, en este caso de un líquido. Es también una consecuencia de la presión hidrostática, ecuación “ $p = p_s + \rho gh$ ”. Supongamos un cuerpo regular de peso mg sumergido en un líquido, figura 3. Para simplificar el análisis supongamos que las áreas superior e inferior del cuerpo sumergido son iguales y de valor S . Las presiones en dichas caras son $p_1 = \rho' gh_1$ y $p_2 = \rho' gh_2$, de modo que las fuerzas normales que actúan sobre ellas son:

$$F_1 = p_1 S, \quad \text{dirigida hacia abajo,}$$

$$F_2 = p_2 S, \quad \text{dirigida hacia arriba.}$$

$$\text{La diferencia } F_2 - F_1 = p_2 S - p_1 S = (p_2 - p_1)S = (\rho' gh_2 - \rho' gh_1)S$$

es decir:

$$\Delta F = \rho' g S(h_2 - h_1) = \rho' g S h = \rho' g V_{sum}$$

donde V_{sum} es el volumen de la parte sumergida del cuerpo.

Puesto que $F_2 > F_1$, ΔF está dirigida hacia arriba recibe el nombre de “fuerza de empuje” o simplemente “empuje”, entonces:

$$E = \rho' g V_{sum}$$

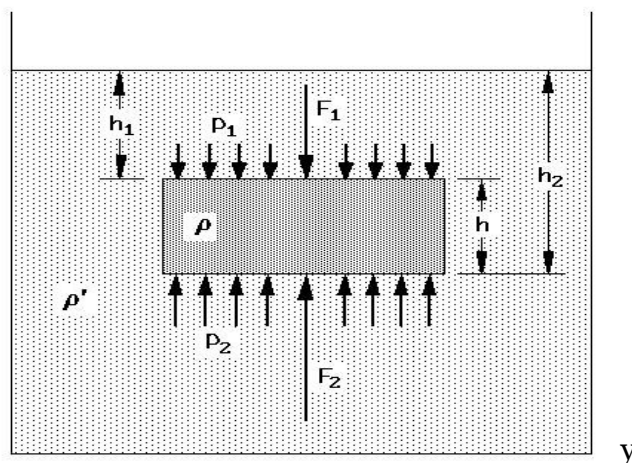


Figura 6.7
Fuente: Avecillas, S. (2007). Física II

En consecuencia: “el empuje es igual al peso del volumen del fluido desalojado por el cuerpo o porción de cuerpo sumergido”. Esta relación se conoce con el nombre de “**principio de Arquímedes**”.

Un cuerpo colocado en un líquido tiene una de las tres siguientes posibilidades:

- a) flotar, si $E > mg$: ($\rho' > \rho$)
- b) hundirse, si $E < mg$: ($\rho' < \rho$)
- c) quedarse estático donde lo coloquen, si $E = mg$: ($\rho' = \rho$)

Se debe observar que la densidad del cuerpo sumergido es ρ en tanto que la del líquido es ρ' .



En cierta ocasión el rey Herón II de Siracusa ofreció una gran cantidad de oro a un orfebre, para que le hiciera una corona de oro totalmente pura. Cuando la corona estuvo terminada el rey comenzó a sospechar que el orfebre no había empleado todo el oro en la corona, y por tanto había sisado parte de él.

Herón II le planteó el problema a Arquímedes y éste se puso manos a la obra. Al no poder fundir la corona para calcular su masa y volumen, el problema se antojaba complicado. Sin embargo, mientras tomaba un baño, notó que el agua de la bañera se desplazaba cuando él se introducía en ella. De esta forma comprendió que si introducía un volumen dentro del agua y medía la altura que alcanzaba ésta, podría determinar el volumen de la corona y por tanto su densidad.

Cuenta la historia que Arquímedes se puso tan contento al descubrir esto, que salió de la tina donde se estaba bañando y desnudo fue corriendo por las calles de la ciudad gritando: ***¡Eureka! ¡Eureka!***

Cuando llegó al palacio, sumergió la misma cantidad de oro puro que el rey había entregado al orfebre y midió la altura del agua. Al introducir la corona notó como la altura era menor. De esta forma la única explicación era que las densidades eran diferentes. Finalmente el orfebre confesó que había quitado oro y agregado plata.

El principio de Arquímedes se aplica y evidencia en barcos, para lo cual hay que tener en cuenta dos puntos fundamentales. Uno es el centro de gravedad o centro de masa, que es el punto de aplicación de la fuerza de gravedad que empuja el barco hacia abajo. La ubicación de ese punto depende de la geometría del barco y de su distribución del peso. El otro punto es el centro de flotabilidad o centro de empuje, que es el punto de aplicación de la fuerza correspondiente al principio de Arquímedes, que empuja el barco hacia arriba. La ubicación de este segundo punto depende únicamente de la geometría de la parte sumergida (es independiente de la distribución del peso).

En una situación normal de equilibrio, ambos puntos están en la misma vertical (idealmente, en algún punto de la línea central del barco). Las fuerzas son iguales, y de sentido opuesto, por lo que el barco permanece estático, en cuanto a flotabilidad se refiere.

Supongamos ahora, que tomamos el barco de vela negra, en este caso representado un cuerpo no homogéneo, en el cual la distribución del peso cambia. El centro de gravedad o masa se desplaza hacia arriba del centro de empuje, debido a que el mástil del barco con vela negra es de mayor peso. Como la geometría de la parte sumergida no ha cambiado, el centro de empuje sigue en el mismo sitio.



Figura 6.8

Fuente: Autoría Propia

Tenemos ahora dos fuerzas iguales y opuestas, pero cuyos puntos de aplicación ya no están en la misma vertical. Esto es, un **par de fuerzas**, y produce una aceleración angular en el barco, que lo hace rotar sobre un eje longitudinal. Es decir, el barco se inclina hacia un lado. Como el barco se inclina, la geometría de la parte sumergida cambia, y por tanto, el centro de empuje cambia de posición, provocando que el barco se voltee.

En un barco bien diseñado (esto es, que no vuelque a la mínima), al sumergirse más el lado de babor, el centro de flotabilidad se desplaza también hacia este lado, disminuyendo el par de fuerzas, hasta volver a encontrarse en la misma vertical que el centro de gravedad, momento en el que desaparece el par.



Fuente: Google



Consolidación

Actividad en el aula

Sumerja el barco de vela blanca dentro de la Tina de Arquímedes, luego coloque las suficientes masas para que el barco se hunda como se indica en la *Figura 6.8*.

Ahora, fundamente teóricamente en base a la observación, ¿por qué se hunde el barco?, considere las posibilidades que tiene un cuerpo al sumergirlo en un líquido.



Figura 6.9
Fuente: Autoría Propia

Actividades en la casa

Resuelva los siguientes ejercicios y experimento en su cuaderno de trabajo:

- Una balsa está formada por 20 palos de cilindros de 12 cm de radio y 8 m de largo, cuya densidad es de 58 kg/m^3 . Halle la máxima masa que se puede subir a la balsa para que esté a punto de hundirse.
- Un hipopótamo tiene una densidad media de 890 Kg/m^3 . Determine el porcentaje de su volumen que quedará al aire cuando entra a una laguna de agua dulce de densidad 1002 kg/m^3 .
- La corona de una reina tiene una masa de 1,30 kg. Pero cuando se determina la masa mientras está totalmente sumergida en agua, su masa aparente es de 1,14 kg. ¿Es de oro macizo la corona?
- Un cubo de madera tiene una masa de 10 kg y mide 30 cm por cada lado, se mantiene sumergido bajo el agua.
 - ¿Qué empuje recibe el cubo de madera?
 - ¿Qué fuerza se necesita para mantener sumergido el cubo?



Experimentación

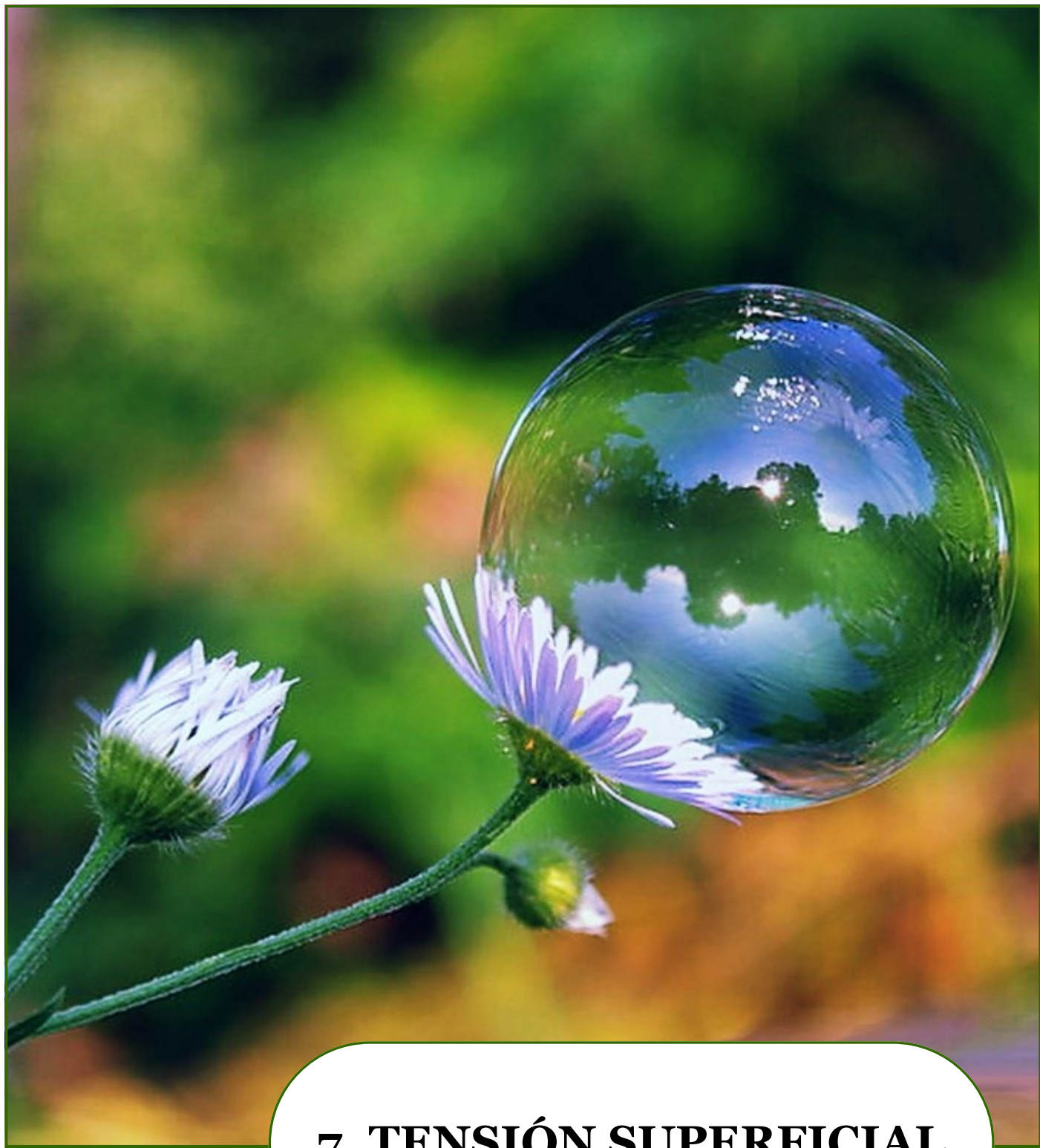
Materiales:

- 2 recipientes de distinto tamaño (Grande y mediano)
- 2 vasos de vidrio del mismo tamaño
- Agua

Procedimiento:

Llene completamente el recipiente mediano con agua y colóquelo dentro del recipiente grande, así también tome uno de los vasos y llénelo de agua. Ahora tome el vaso lleno de agua y sumérjalo en el recipiente mediano que contiene agua, observe lo que pasa y anótelos en su cuaderno de tareas. Luego tome el otro vaso y coloque en éste el agua derramada en el recipiente grande, finalmente compare la cantidad de agua que contienen los vasos. Ahora, anote lo que observó y qué concluye con ello.





7. TENSIÓN SUPERFICIAL

"SOY DE LAS QUE PIENSAN QUE LA CIENCIA TIENE UNA GRAN BELLEZA. UN CIENTÍFICO EN SU LABORATORIO NO ES SÓLO UN TÉCNICO: TAMBIÉN ES UN NIÑO COLOCADO ANTE FENÓMENOS NATURALES QUE LO IMPRESIONAN COMO UN CUENTO DE HADAS"

-MARIE CURIE.

“Tensión Superficial”

Física II

Modelos para Tensión Superficial

Descripción

Elemento	Material	Color	Cant.
Piezas de distintos modelos	Metal	Negro	9
Agua jabonosa	-----	-----	-----
Recipiente	Plástico	Azul	1



Anticipación

Se recomienda que previo al nuevo tema, se realice a los estudiantes los siguientes cuestionamientos que ayudarán a despertar su interés.

⇒ ¿Alguna vez ha visto usted algún animal caminando sobre el agua?, ¿Según usted a que cree que se debe, esto?

⇒ ¿Podría usted caminar sobre el agua?

Ahora pida a los estudiantes que se observen entre ellos y respondan:

⇒ ¿Cuál es el órgano más grande de nuestro cuerpo?

GUÍA PARA EL DOCENTE

OBJETIVOS:

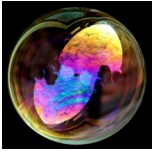
- ◆ Conocer y ejemplificar sobre el fenómeno físico de la “Tensión Superficial”
- ◆ Relacionar y aplicar este fenómeno físico con situaciones reales
- ◆ Aplicar los conocimientos adquiridos para la resolución de problemas propuestos en las actividades.

Tiempo Estimado:

2 horas



¿Sabías qué? Los líquidos poseen algo similar a una piel, la cual es muy resistente, es por ello que muchos insectos pequeños pueden caminar sobre el agua.



Construcción

Para realizar la construcción del conocimiento, se plantean actividades a ser realizadas en dos momentos haciendo uso del material didáctico concreto.

PARTE 1.

Para esta primera parte se recomienda trabajar con 7 grupos ya sea que el docente los designe o los estudiantes los conformen por afinidad.

- ⇒ Presente al estudiante el material didáctico concreto con el que se va a trabajar, incluida el agua jabonosa.
- ⇒ Pida a un estudiante que vierta suficiente agua jabonosa en un recipiente mediano.
- ⇒ A continuación, un representante de cada uno de los grupos pasarán uno por uno, tomará una de las piezas (*Figura. 7.1*) e introducirá ésta en el agua jabonosa.
- ⇒ Cada representante regresará con su grupo y enseñará a sus compañeros la figurita de metal una vez a sido introducida en agua jabonosa.
- ⇒ Designe un tiempo de 10 minutos para que cada grupo pueda analizar el fenómeno físico que está actuando para que el agua jabonosa haya tomado ciertas formas muy llamativas en cada figurita de metal. (*Figura 7.2*)

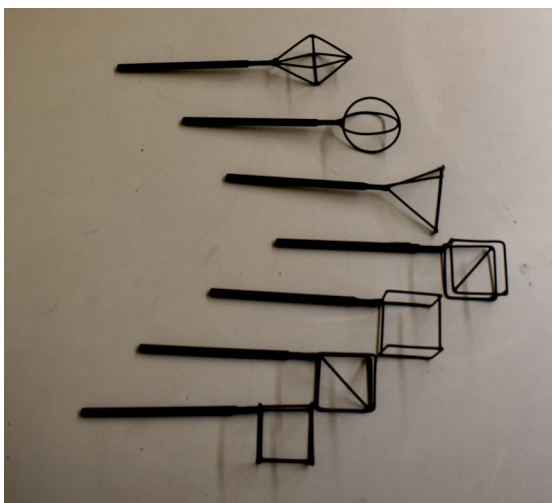


Figura 7.1

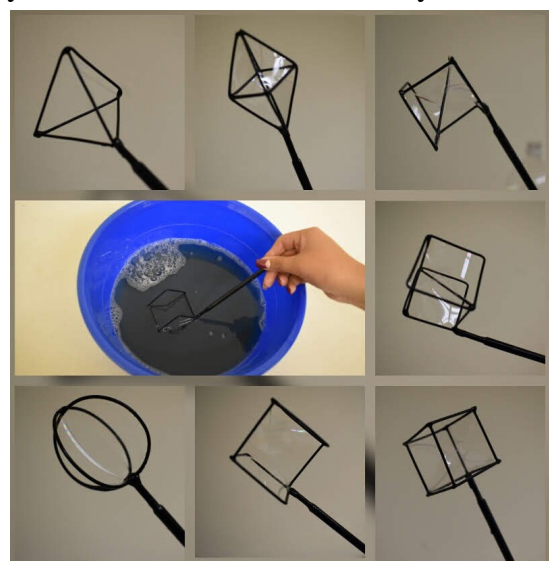


Figura 7.2

- ⇒ Una vez transcurridos los 10 minutos, propicie un espacio para socializar con los estudiantes, cada uno de sus puntos de vista, para ello puede pedir que cada grupo presente su hipótesis y la defienda.
- ⇒ Tome cada una de las ideas de los estudiantes que permitan construir una conclusión final.

CONCLUSIÓN

El fenómeno físico que permite la formación de las membranas jabonosas dentro de las piezas de metal es LA TENSIÓN SUPERFICIAL, siendo la misma que permite que algunos insectos pequeños puedan caminar sobre el agua. (Figura 7.3)

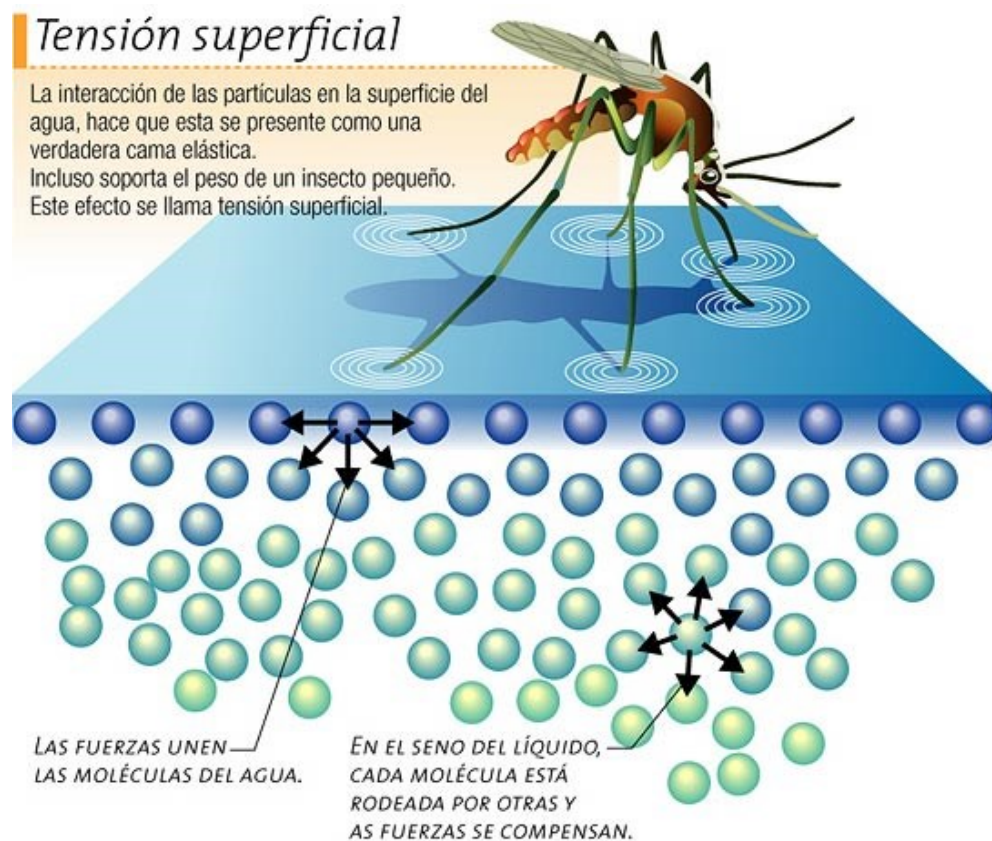


Figura 7.3 (Tomado de: <https://hernanleon1002.files.wordpress.com/2014/10/tension-superficial.jpg>)

PARTE 2.

Para la segunda parte se sugiere distribuir el aula en forma de “U” de tal manera que todos los estudiantes puedan presenciar la actividad a realizar.

- ⇒ Tome la pieza rectangular grande, (*Figura 7.4*) y sumérjala en el agua jabonosa, retírela e indique a los estudiantes.
- ⇒ Ahora pida un estudiante voluntario que reviente una parte de la membrana jabonosa que se a formado en la pieza de metal, (*Figura 7.5*) mientras tanto el resto de estudiantes deberán observar lo que ocurre y anotarlo en sus cuadernos.
- ⇒ Como consiguiente, tome la pieza circular (*Figura 7.6*) sumérjala en agua jabonosa, retírela e indique a los estudiantes.
- ⇒ Con ayuda de un estudiante, pida que se reviente únicamente la parte de la membrana jabonosa que se encuentra contenida dentro de los límites del hilo que posee la pieza circular (*Figura 7.7*), los estudiantes observarán lo que sucede al realizar dicha maniobra y lo anotarán en sus cuadernos.
- ⇒ Terminada la experimentación, socialice con los estudiantes sobre lo ocurrido en cada uno de los casos y pida que cada uno vaya expresando su opinión o conclusión al respecto.

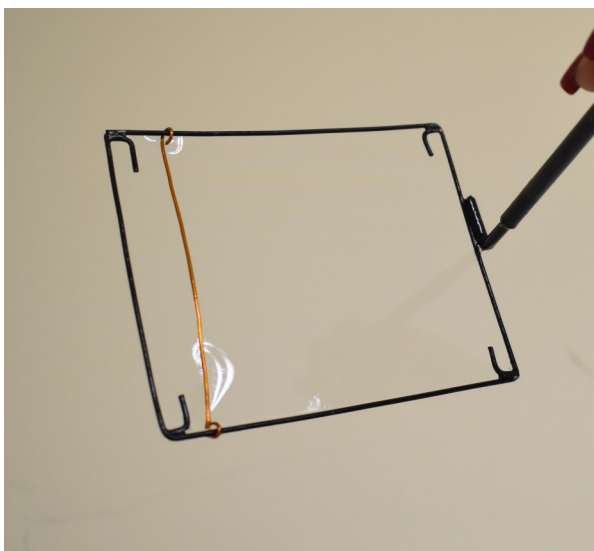


Figura 7.4

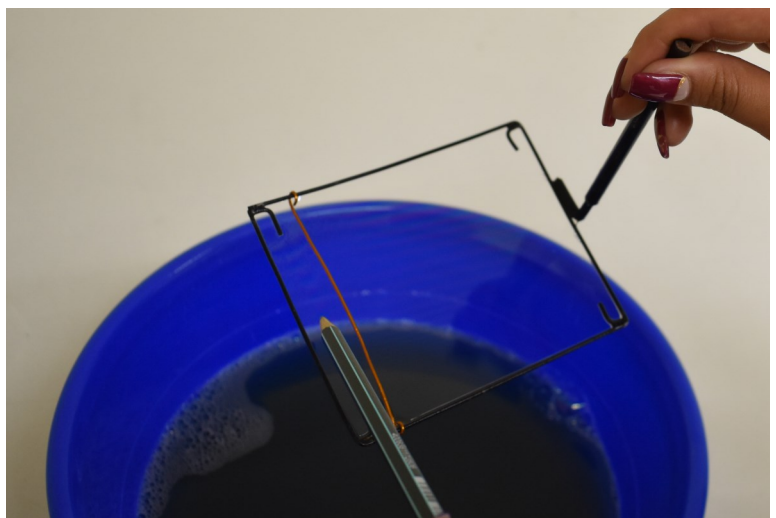


Figura 7.5

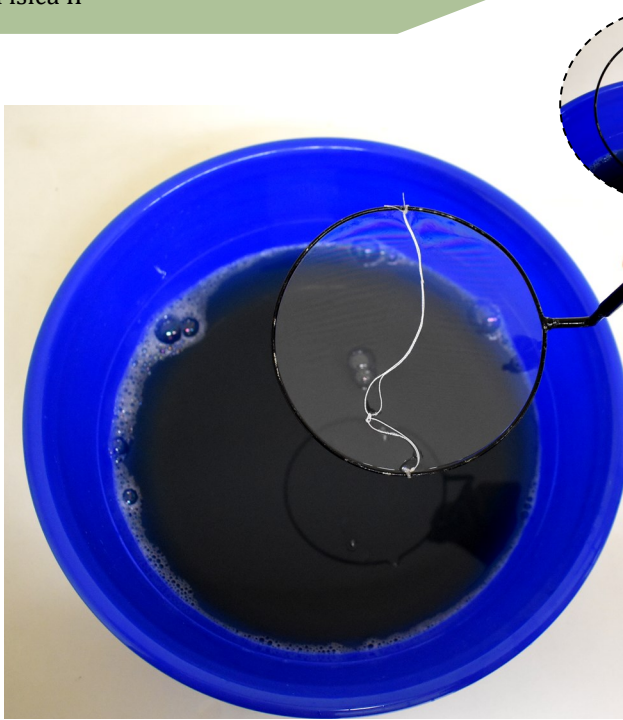


Figura 7.6

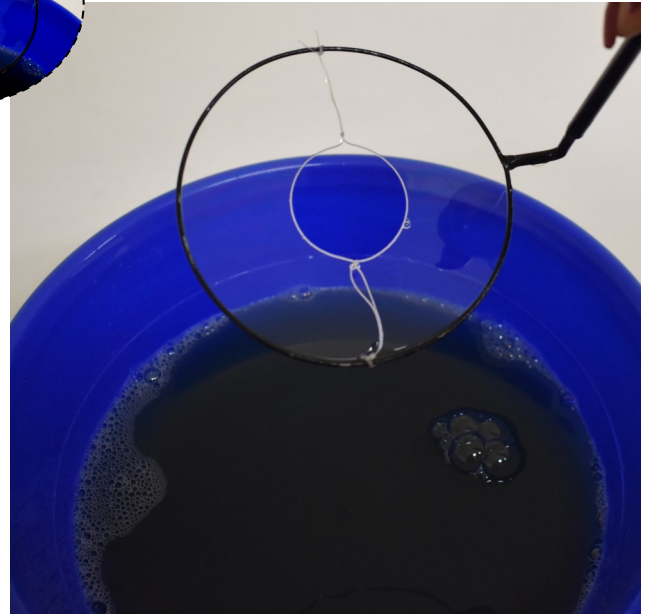


Figura 7.7

CONCLUSIONES

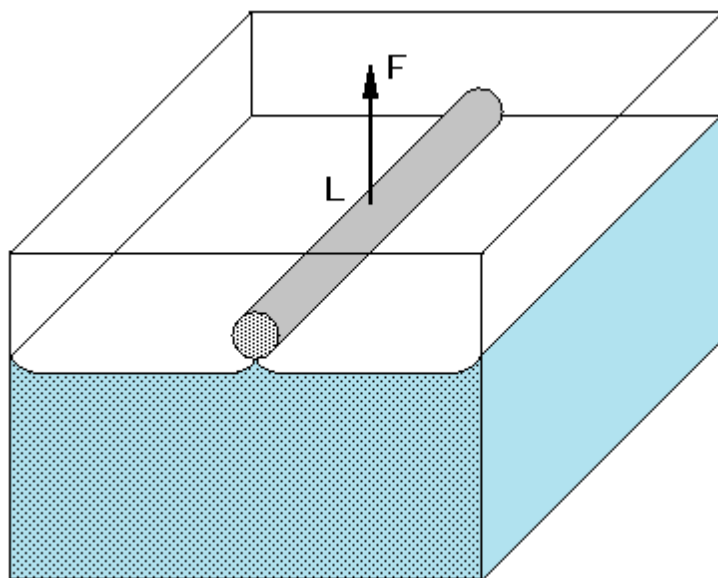
- ◇ Al reventar una parte de la membrana jabonosa se observa como la otra parte que aún posee dicha membrana hala con fuerza a la piecita de cobre; esto se debe nuevamente a LA TENSIÓN SUPERFICIAL, pues esta también es la energía por unidad de área que se necesita para aumentar una superficie. Como la formación de una superficie requiere energía, los líquidos en este caso la membrana jabonosa minimiza su área expuesta respecto al entorno que la rodea.
- ◇ Algo similar ocurre en el segundo experimento, pues al reventar la membrana que se encuentra dentro de los límites del hilo, la TENSIÓN SUPERFICIAL tiende a halar en todos sentidos al hilo tratando de minimizar su área expuesta, dando como resultado la formación de una circunferencia delimitada por el hilo dentro de la cual no hay presencia de la membrana jabonosa.

MARCO TEÓRICO

Se llama tensión superficial la fuerza por unidad de longitud que presenta la capa límite de un líquido sobre cualquier cuerpo en contacto con él, esto es:

$$\gamma = \frac{F}{l}$$

donde l es la longitud total de la membrana líquida que se adhiere al cuerpo sumergido. La ten-



sión superficial se pone en evidencia cuando se quiere sacar un cuerpo sumergido en el líquido, pues la capa límite actúa como una membrana elástica que trata de evitar que salga el cuerpo. Si la capa límite actúa de lado y lado del cuerpo, por ejemplo de una varilla delgada de longitud L , la longitud de la membrana líquida adherida es $l = 2L$,

(Figura 7.8)

Figura 7.8

La fuerza producida por la tensión superficial es siempre perpendicular a la línea de longitud l sobre la cual actúa y es la responsable de los fenómenos de capilaridad. Para los gases, depende ligeramente de la temperatura; para los líquidos su dependencia de la temperatura es más evidente.

El fenómeno de tensión superficial explica la formación de las superficies de área mínima, así como la formación de las gotitas libres que tienen forma esférica, así como la formación de las burbujas y pompas peliculares líquidas (como las de agua jabonosa). La forma esférica obedece al hecho de que la fuerza producida por la tensión superficial es siempre normal y actúa en todos los puntos.

Averigüemos ahora cuál es la diferencia de presiones entre el interior y exterior de una gota líquida y entre el interior y exterior de una pompa esférica, (Figura 7.9). La fuerza producida por la diferencia de presiones interna y externa, que actúa sobre la membrana externa es la resultante de las F_p , cuyo resultado es:

$$F_p = \Delta p S = \Delta p \pi R^2$$

la cual actúa hacia la derecha. Dicha fuerza es equilibrada por la fuerza F_γ producida por la tensión superficial que ejerce el hemisferio izquierdo y cuya resultante es:

$$F_\gamma = \gamma l = \gamma 2\pi R$$

la cual actúa hacia la izquierda;
entonces:

$$\pi R^2 \Delta p = 2\pi R \gamma$$

de donde:

$$\Delta p = \frac{2\gamma}{R}$$

Para el caso de la pompa, la longitud l de la membrana que ejerce la tensión superficial es el doble del caso anterior, entonces:

$$\pi R^2 \Delta p = 2(2\pi R)\gamma$$

de donde:

$$\Delta p = \frac{4\gamma}{R}$$

De las ecuaciones anteriores observamos lo siguiente:

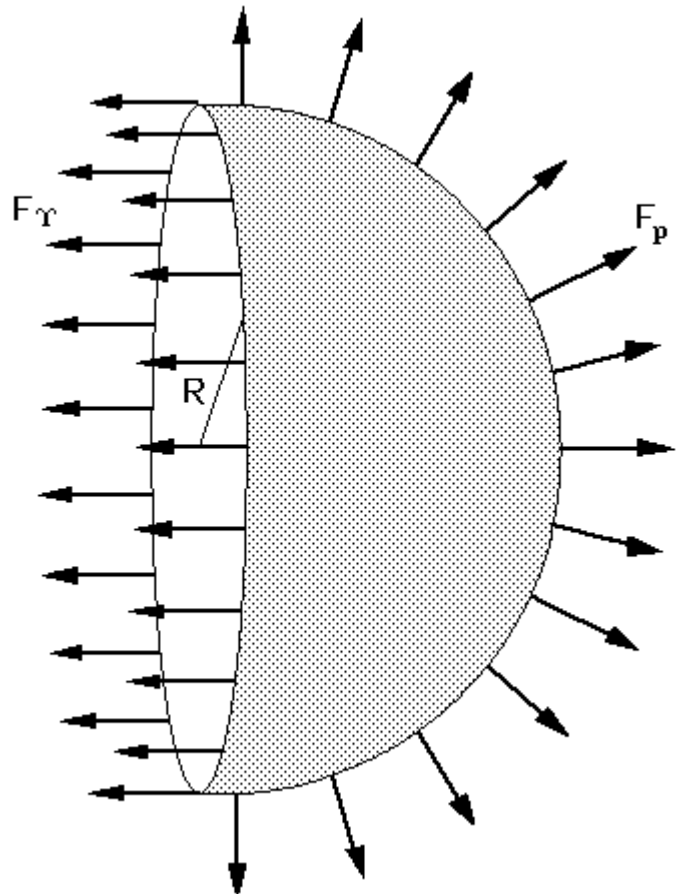
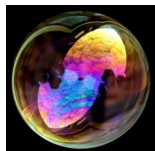


Figura 7.9

- a. Siempre es mayor la presión en el interior que en el exterior de la gota o pompa y si ella no se expande indefinidamente hasta estallar es gracias a la tensión superficial de la membrana exterior que la mantiene comprimida uniformemente, razón por la cual tiene forma esférica.
- b. La diferencia de presiones es inversamente proporcional al radio de la gota o pompa de modo que si tenemos dos pompas de radios diferentes y las “conectamos” mediante un tubo, la pompa de menor radio ejercerá su mayor presión sobre la otra; así la pequeña se hará más pequeña y la grande se hará más grande.

TENSIONES SUPERFICIALES					
SUNSTAN- CIA	TEMPERAT.	γ (N/M)	SUSTANCIA	TEMPERAT.	γ (N/M)
	$^{\circ}\text{C}$			$^{\circ}\text{C}$	
Agua	0	0,0756	Alcohol etílico	20	0,0223
Agua	10	0,0742	Alcohol etílico	50	0,0198
Agua	20	0,0728	Alcohol metílico	20	0,0226
Agua	50	0,0679	Alcohol metílico	50	0,0201
Agua	100	0,0589	Plomo líquido	400	0,4450
Benceno	20	0,0276	Estaño líquido	400	0,5200
Benceno	50	0,0247	Solución jabonosa	20	0,0250
Tetracloruro de carbono	20	0,0268	Aceite de oliva	20	0,0320
Glicerina	20	0,0631	Mercurio	20	0,4650
Cloroformo	20	0,027	Trementina	20	0,027
Éter	20	0,017			

Tabla 7.1



Consolidación *Hoja de trabajo para el estudiante.*

Tarea para la casa.

⇒ Conteste:

1- Se llama tensión superficial

.....

2- La fuerza de tensión superficial es siempre

.....

3- La tensión superficial explica la formación de

.....

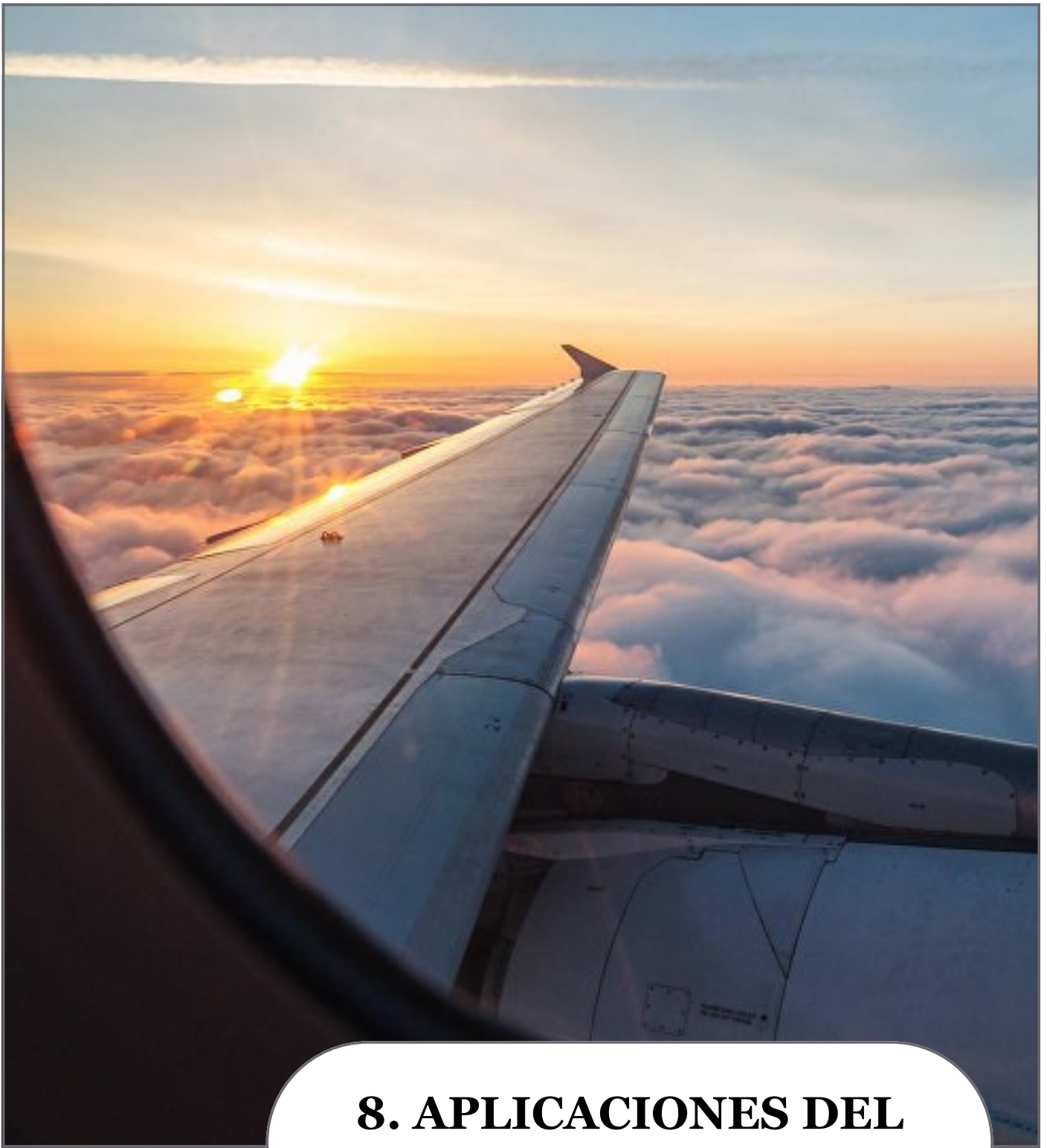
4- La diferencia de presiones en el interior y exterior de una pompa es:

⇒ Resuelva en su cuaderno los siguientes ejercicios:

1. Calcular la tensión superficial de un líquido que mediante una varilla móvil de 5 cm equilibra una fuerza de 2,5 gf

2. ¿Qué fuerza ejerce una membrana de solución jabonosa sobre una armadura rectangular de alambre de 25 cm de base y 15 cm de altura?

3. ¿Qué fuerza adicional ha de aplicarse sobre un aro de alambre de 14 cm de radio para sacarlo de un recipiente que contiene: a) estaño líquido? b) mercurio?



8. APLICACIONES DEL TEOREMA DE BERNOULLI

*"CUANDO TODO PAREZCA ESTAR EN TU CONTRA, RECUERDA QUE LOS AVIONES
DESPEGAN CON EL AIRE EN CONTRA, NO A FAVOR"*

-HENRY FORD

Aplicaciones del Teorema de Bernoulli

Física II

Modelo de Ala, Tubo de Venturi, Tubo de Pitot Pitot

Descripción

Elemento	Material	Color	Cant.
Modelo de Ala	Madera de balsa	Beige	1
Tubo de Venturi	Aluminio	Gris	1
Tubo de Pitot	Aluminio	Gris	1
Venterol	_____	Verde	1
Tarima	Madera	Beige	1

GUÍA PARA EL DOCENTE

OBJETIVOS:

- Conocer en qué aspectos de la cotidianidad se puede encontrar inmerso el Teorema de Bernoulli.
- Comprender la importancia de este Teorema en el funcionamiento de un avión.
- Resolver problemas relacionados con este Teorema.

Tiempo Estimado:

2 horas



Anticipación

Se recomienda que para dar inicio al estudio de este tema, se plantee a los estudiantes las siguientes interrogantes:

⇒ ¿Cómo es posible que los aviones vuelen a pesar de su gran tamaño y peso ?

⇒ ¿A qué se debe la circulación del humo de las chimeneas por el ducto destinado, acaso el humo sabe qué trayecto seguir?

Pida a los estudiantes realizar el siguiente experimento:

⇒ Recorte un rectángulo de papel de 20 cm por 5 cm.

⇒ Ahora tome el rectángulo de papel y sujételo por las esquinas del lado más corto y sople en la parte de arriba del papel.

⇒ Responda: ¿Qué ocurre con el papel?, ¿A qué piensa que se debe tal situación?





Construcción

Para la construcción del conocimiento se plantea una serie de actividades, mismas que se encuentran distribuidas en tres partes. Para realizar cada una de las actividades se sugiere que el aula esté distribuida en forma de U, de tal manera que permita a los estudiantes tener una mejor visualización.

⇒ Recuerde a los estudiantes la ecuación del Teorema de Bernoulli y su postulado, para ello se sugiere plantear la siguiente situación.

“Fluido humano.”

Una multitud de espectadores pretende salir de una gran sala de proyecciones al término de la función de cine. El salón es muy ancho, pero tiene abierta al fondo sólo una pequeña puerta que franquea el paso a una galería estrecha que conduce hasta la calle. La gente, impaciente dentro de la sala, se aglomera contra la puerta, abriéndose paso a empujones y codazos. La velocidad con que avanza este “fluido humano” antes de cruzar la puerta es pequeña y la presión es grande. Cuando las personas ac-



ceden a la galería, el tránsito se hace más rápido y la presión se alivia. Si bien este fluido no es ideal, puesto que es compresible y viscoso (incluso podría ser turbulento), constituye un buen modelo de circulación dentro de un tubo que se estrecha. Observamos que en la zona angosta la velocidad de la corriente es mayor y la presión es menor” (Fuente: http://amyd.quimica.unam.mx/pluginfile.php/4087/mod_folder/content/o/TEOREMA%20DE%20BERNOULLI.pdf?

forcedownload=1

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

⇒ Presente a los estudiantes el material didáctico que se empleará para realizar las actividades que se sugieren a continuación.

PARTE 1

“MODELO DE ALA”

- Realice el montaje del Modelo de Ala tal como se muestra en la *Figura 8.1*
- A continuación proceda a encender el Venterol y pida a los estudiantes que uno a uno se acerque y observe lo que ocurre con el modelo de ala.
- Luego, se sugiere que los estudiantes tomen un espacio de 5 minutos, discutan sobre lo observado, ¿a qué piensan que se debe tal fenómeno?, y planteen una hipótesis.

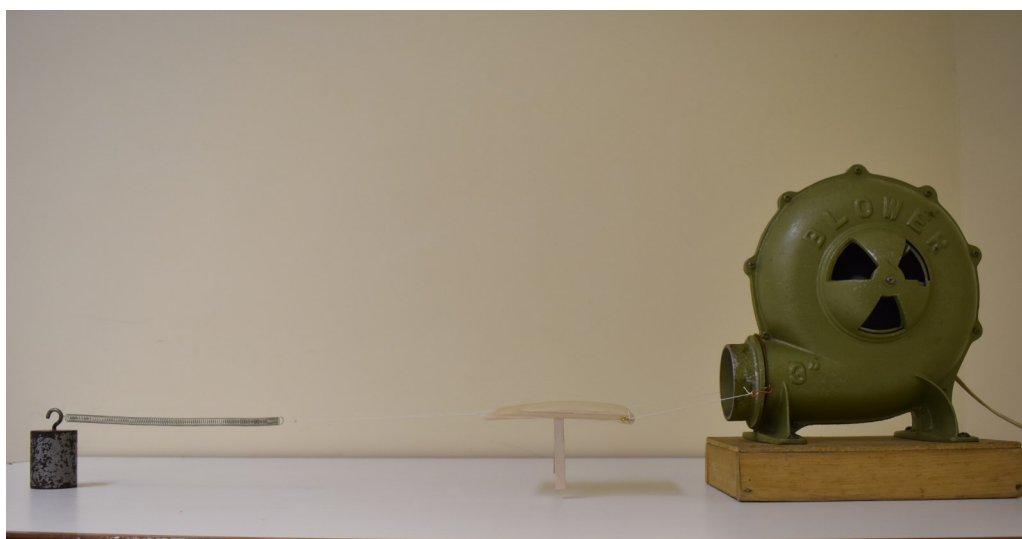


Figura 8.1
Fuente: Autoría Propia

- Pida a los estudiantes que compartan sus respectivas hipótesis y en conjunto con el docente puedan llegar a plantear la respectiva conclusión.

Conclusión.

Al prender el Venterol el Modelo de Ala se suspende. Si observa fijamente la forma que tiene el modelo de ala se percatará que el aire tiene que recorrer un mayor camino en la parte superior que en la inferior, es decir en la parte superior hay mayor velocidad que en la de abajo, donde el aire va más lento; por lo tanto el aire, al tener una mayor velocidad, posee una menor presión y si el aire tiene una menor velocidad (parte inferior del ala) su presión será mayor por lo cual empuja el ala hacia arriba (sustentación):

A mayor velocidad menor presión—A menor velocidad mayor presión (*Figura 8.2*)

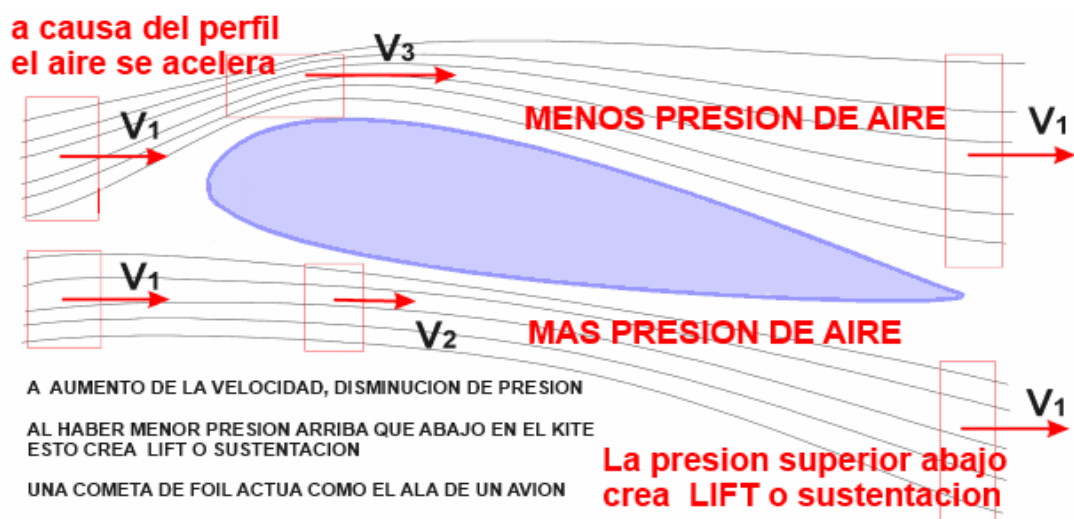


Figura 8.2
Fuente: Google

PARTE 2

“TUBO DE VENTURI”

- Presente a los estudiantes el Tubo de Venturi, el manómetro, y proceda a realizar el montaje tal como se muestra en la *Figura 8.3*
- Coloque el manómetro en el primer orificio del tubo de Venturi y proceda a encender el Venterol, los estudiantes estarán atentos a lo que sucede con el alcohol coloreado dentro del manómetro (*Figura 8.4*) Anóte-lo en sus cuadernos de trabajo.
- Repita el literal anterior cambiando el manómetro a los dos siguientes orificios que posee el Tubo de Venturi. (*Figuras 8.5 ; 8.6*)

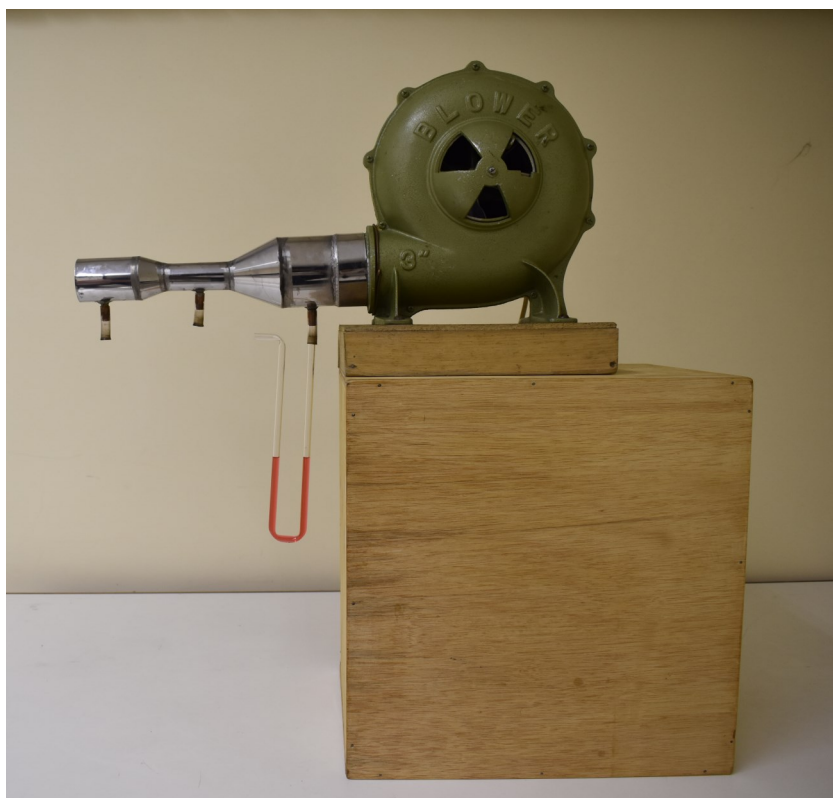


Figura 8.3

Fuente: Autoría Propia

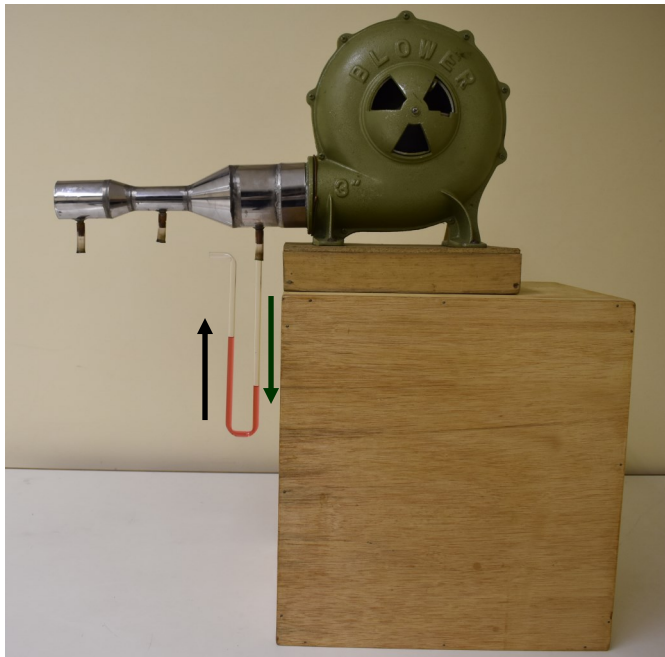


Figura 8.4

Fuente: Autoría Propia

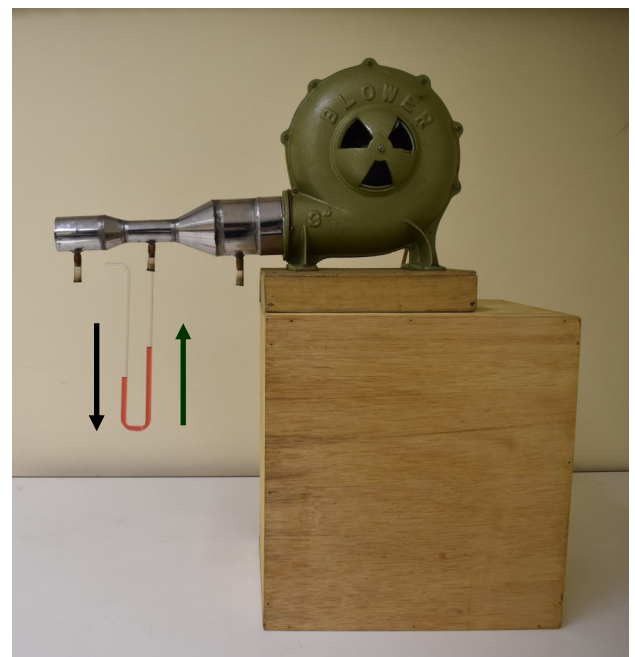


Figura 8.5

Fuente: Autoría Propia

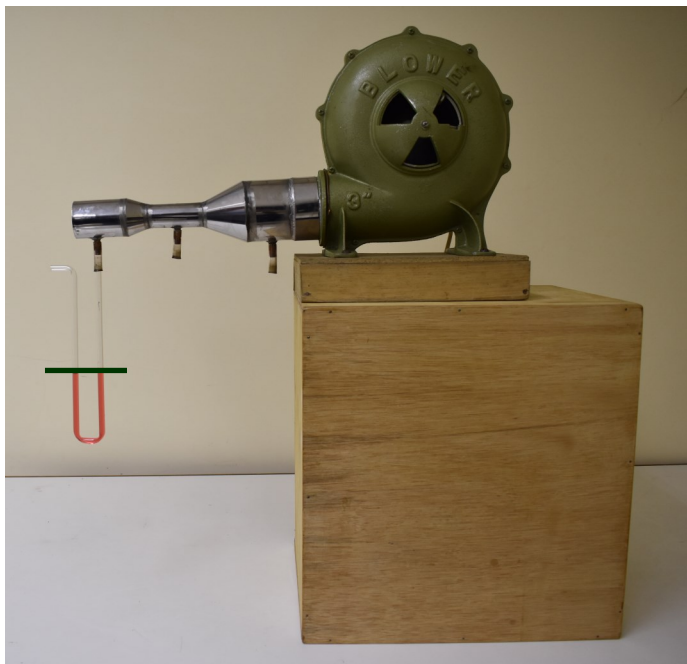


Figura 8.6

Fuente: Autoría Propia

- d) Una vez realizadas las actividades que involucran el empleo del Tubo de Venturi, se sugiere que durante un espacio de cinco minutos los estudiantes discutan sus opiniones e hipótesis al fenómeno observado, en una mesa redonda.
- e) Con el docente como mediador, se procederá a construir la respectiva conclusión a partir de todas las ideas que aporten los estudiantes.

Conclusión

Como se puede observar claramente, al cambiar la posición del manómetro el alcohol coloreado dentro de éste tiende a subir o bajar su altura; tal es que para el primer caso (*Figura 8.4*) el alcohol coloreado pareciera que es expulsado hacia afuera, pues la altura en el primer tramo del manómetro que se encuentra directamente conectado al Tubo de Venturi disminuye y en el segundo tramo sube; para el segundo caso (*Figura 8.5*) sucede lo contrario, la altura en el primer tramo del manómetro sube y en el segundo tramo disminuye, el alcohol parece estar siendo succionado; para el tercer caso (*Figura 8.6*) el alcohol coloreado se mantiene estático.

Pues bien, todo esto se debe a la diferencia de áreas que tiene cada uno de los tramos del Tubo de Venturi: en el primer caso, el tramo tiene un área mayor por lo cual se tiene una menor velocidad y con ello una mayor presión; lo contrario sucede con el segundo tramo, en donde se tiene un área menor, por lo tanto la velocidad aquí será mayor y su presión menor provocando succión y, para el tercer caso se tiene un tramo intermedio por lo cual la altura del alcohol coloreado no tiene ninguna variación.

A menor área, mayor velocidad y menor presión — A mayor área, menor velocidad y mayor presión



Fuente: Google

PARTE 3

“TUBO DE PITOT”

- Presente a los estudiantes el Tubo de Pitot, mismo que contiene un manómetro fijo y proceda a realizar el montaje como se observa en la *Figura 8.7*
- Pida la colaboración de un estudiante para sostener el Tubo de Pitot cerca de la boca del Venterol. *Figura 8.7*
- Proceda a encender el Venterol y pida a los estudiantes que observen lo que ocurre con el alcohol coloreado que se encuentra dentro del manómetro. *Figura 8.8*
- Se sugiere que a continuación realice una lluvia de ideas por parte de los estudiantes, con sus hipótesis del por qué el alcohol coloreado aumenta su altura en una de las secciones del manómetro y lo socialicen entre todos.



Figura 8.7
Fuente: Autoría Propia

¿Sabías
Que...?

Los aviones usan sistemas basados en un equipo de tubo de Venturi para determinar su velocidad respecto al aire.

Figura 8.8
Fuente: Autoría Propia



MARCO TEÓRICO

Hay varias situaciones físicas en las que entra en juego el teorema de Bernoulli, aunque sea en forma aproximada; entre ellas destacan: la ecuación de la hidrostática, la sustentación de los aviones, los venturímetros, los tubos de Pitot, la salida de un líquido por un orificio, etc.

Sustentación de los aviones:

Siempre nos hemos preguntado ¿por qué vuela un avión? o ¿cuál es la fuerza que levanta a un avión sabiendo que implica una masa de muchas toneladas? La respuesta está en el teorema de Bernoulli aplicado a las alas del avión.

La *Figura 8.9* muestra un ala de avión en corte; observamos que la parte inferior es prácticamente plana, en tanto que la superior es convexa. Las capas de aire al llegar al ala se ven obligadas a subdividirse: las que viajan sobre el ala, punto (2), recorren una distancia mayor que las que viajan bajo el ala, punto (1), pero en el mismo intervalo de tiempo. Ya que el tiempo utilizado es el mismo, es evidente que $v_2 > v_1$. Además las alturas h_1 y h_2 que se miden desde el suelo son prácticamente iguales, pues el espesor del ala es mínimo, entonces:

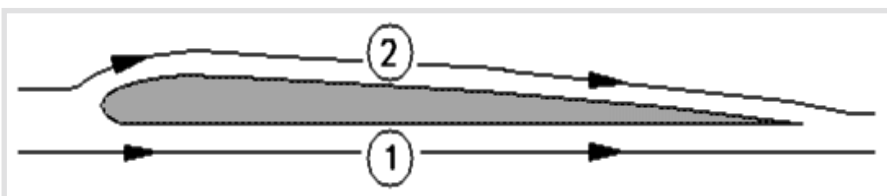


Figura 8.9 - Fuente: Avecillas, S. (2007). Física II

Las capas de aire al llegar al ala se ven obligadas a subdividirse: las que viajan sobre el ala, punto (2), recorren una distancia mayor que las que viajan bajo el ala, punto (1), pero en el mismo intervalo de tiempo. Ya que el tiempo utilizado es el mismo, es evidente que $v_2 > v_1$. Además las alturas h_1 y h_2 que se miden desde el suelo son prácticamente iguales, pues el espesor del ala es mínimo, entonces:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

De donde:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

O:

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$$

Ya que $v_2 > v_1$ entonces :

$$P_1 > P_2$$

Y:

$$\Delta P = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$

que al multiplicarse por el área de la parte inferior del ala del avión produce la llamada “fuerza sustentadora” la cual actúa hacia arriba y es función de la diferencia $v_2^2 - v_1^2$ y por lo mismo de la velocidad del avión; entonces:

$$F_s = \Delta P \cdot S = \frac{1}{2} \rho S (v_2^2 - v_1^2)$$

Tubos de Venturi. Venturímetros:

Una versión de ellos se ilustra en la *Figura 8.10*. Los puntos (1) y (2) están a la misma altura, pero la velocidad v_1 es menor v_2 que debido a la diferencia de las áreas transversales rectas, entonces:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

O:

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$

De modo que $P_1 > P_2$

Puesto que:

$$P_1 - P_2 = \rho g h$$

Se tiene que:

$$\rho g h = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$

De donde:

$$v_2^2 - v_1^2 = 2gh$$

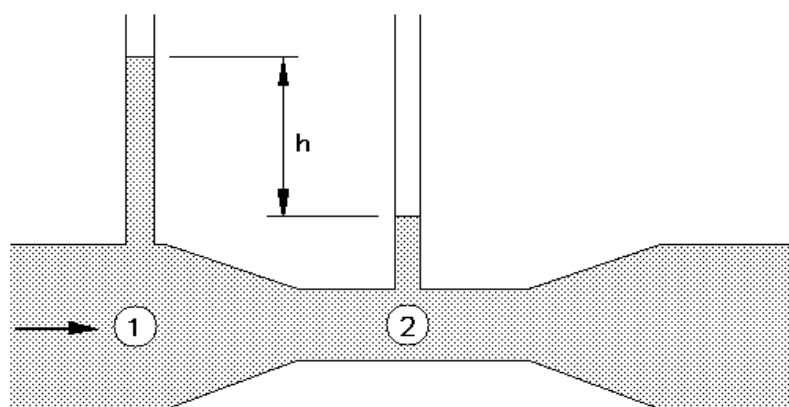


Figura 8.10 - Fuente: Avecillas, S. (2007). Física II

Tubos de Pitot. Pitómetros:

Una versión de ellos se presenta en la *Figura 8.11*. Se utilizan para medir la velocidad de un gas. Los puntos (1) y (2) están a la misma altura; la velocidad en (1) es la velocidad v del gas que se trata de medir; la velocidad en (2) es nula, entonces:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2$$

O:

$$P_2 - P_1 = \frac{1}{2}\rho v^2$$

Además:

$$P_2 - P_1 = \rho_o g h$$

Luego:

$$\rho_o g h = \frac{1}{2}\rho v^2$$

De donde:

$$v = \sqrt{\frac{2\rho_o g h}{\rho}}$$

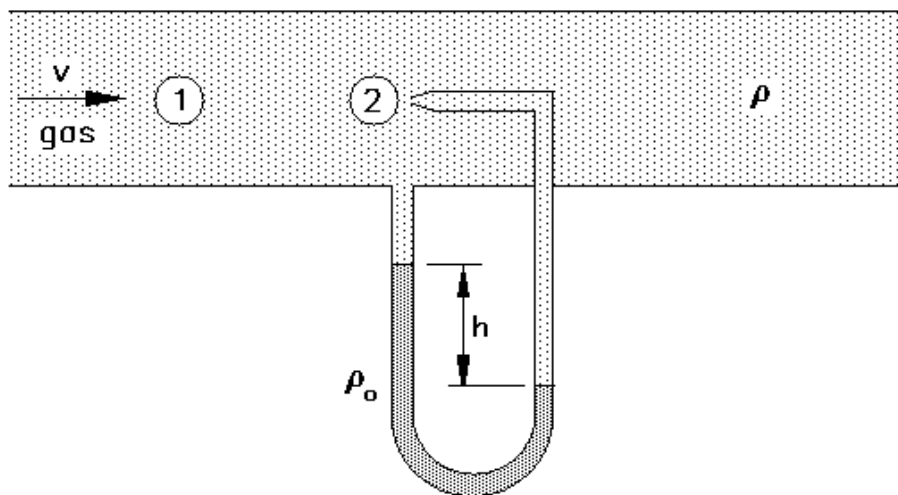


Figura 8.11 - Fuente: Avecillas, S . (2007). *Física II*



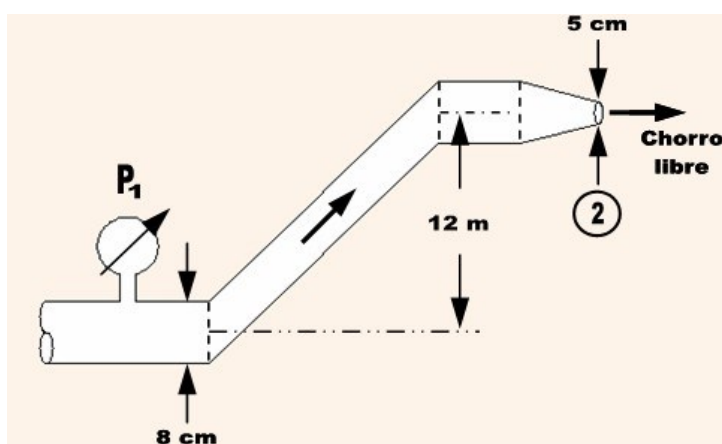
Consolidación : Hoja de trabajo para el estudiante.

1. Investigue: qué otras aplicaciones en la cotidianidad tiene el teorema de Bernoulli.

2. En sus propias palabras responda: Si un avión tiene un gran peso, ¿cómo es posible que éste vuele?

3. Problemas:

- a. En la figura, el fluido es agua y descarga libremente a la atmósfera. Para un flujo másico de 15 kg/s, determine la presión en el manómetro.



- b. ¿A qué velocidad debe fluir el agua dentro de un venturímetro para que el desnivel h entre las dos columnas manométricas sea de 16 cm si: a) $v_2=5v_1$ b) $v_2=20v_1$



9. VISCOCIDAD Y ROZAMIENTO VISCOSO

"LO QUE SABEMOS ES UNA GOTA DE AGUA; QUE IGNORAMOS EN EL OCÉANO"

-ISAAC NEWTON

Rozamiento Viscoso

Física II

» » Placas planas de madera

Descripción

Elemento	Material	Color	Cant.
Placa rectangular	Madera de Laurel	Café	1
Placa con terminación semicírculo	Madera de Laurel	Café	1
Placa con terminación en V	Madera de Laurel	Café	1
Placa con terminación en ojiva	Madera de Laurel	Café	1
Tina	Vidrio	-	1



Anticipación:

1. Tarea para la casa:

Se sugiere que el docente previo al inicio del tema pida a sus estudiantes realizar la siguiente actividad.

- ♦ Realice una línea de tiempo sobre: “La Historia de los Fluidos”. Esta deberá contener los científicos más destacados y sus respectivas investigaciones.

2. Activación de conocimientos previos:

Pida a sus estudiantes que respondan las siguientes preguntas y anoten en el cuaderno de trabajo. Luego socialicen sus respuestas.

- ¿Qué es un fluido?
- ¿Cuáles son las propiedades que presentan los fluidos?
- ¿Qué es viscosidad?, y ¿cómo influye la temperatura dentro de la viscosidad de un fluido?

GUÍA PARA EL DOCENTE

OBJETIVOS:

- ♦ Explicar el funcionamiento de la fuerza de rozamiento viscoso.
- ♦ Determinar como influye el contenido científico en la náutica.
- ♦ Establecer algunas aplicaciones prácticas para el rozamiento viscoso.

Tiempo Estimado:

1 hora



Construcción:

A continuación se presenta una serie de pasos para realizar la siguiente actividad sugerida para el desarrollo del tema “Rozamiento Viscoso”.

- a. Coloque la tina de vidrio, un recipiente con agua, el dinamómetro y las cuatro placas planas de madera sobre la mesa de trabajo. *Figura 9.1*



Figura 9.1
Fuente: Autoría Propia

- b. Luego en colaboración de un estudiante coloque el agua sobre la tina de vidrio en un 80% aproximadamente. Mida la profundidad del agua con una regla y anote $L = \text{_____}$ (este dato se utilizará en el literal f).
- c. Ahora coloque la placa de madera rectangular (*Figura 9.2*) y enganche en el cáncamo de la placa el dinamómetro y aplique una fuerza de tal forma que la placa se desplace con una velocidad constante. Anote la fuerza aplicada en la *Tabla 9.1*.



Figura 9.2

Fuente: Autoría Propia

d. Repita el literal anterior con las diferentes placas.



Placa con terminación semicircular



Placa con terminación en V



Placa con terminación en ojiva

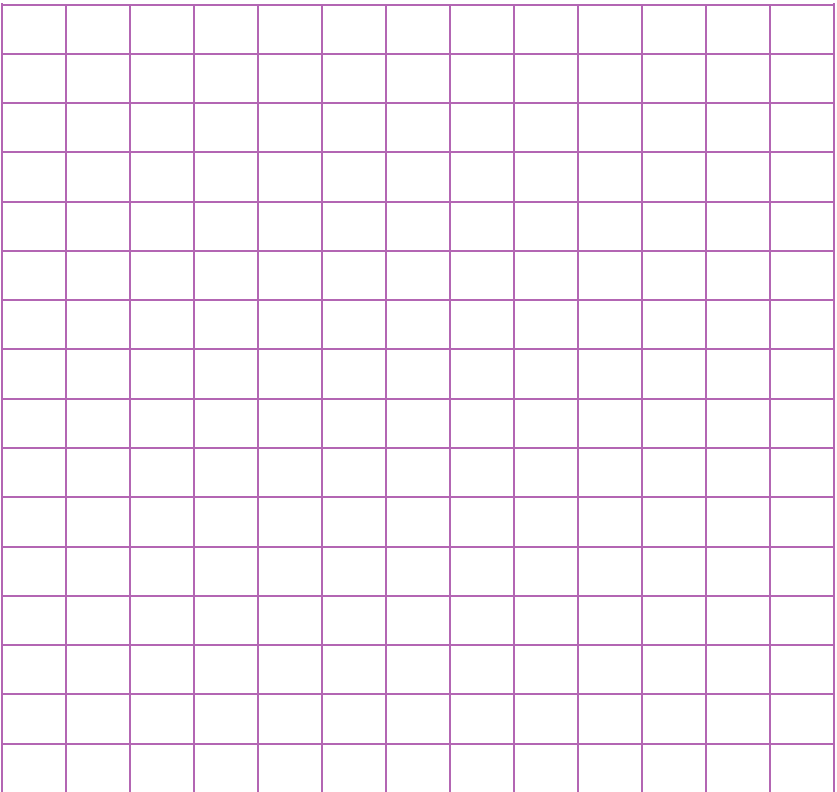
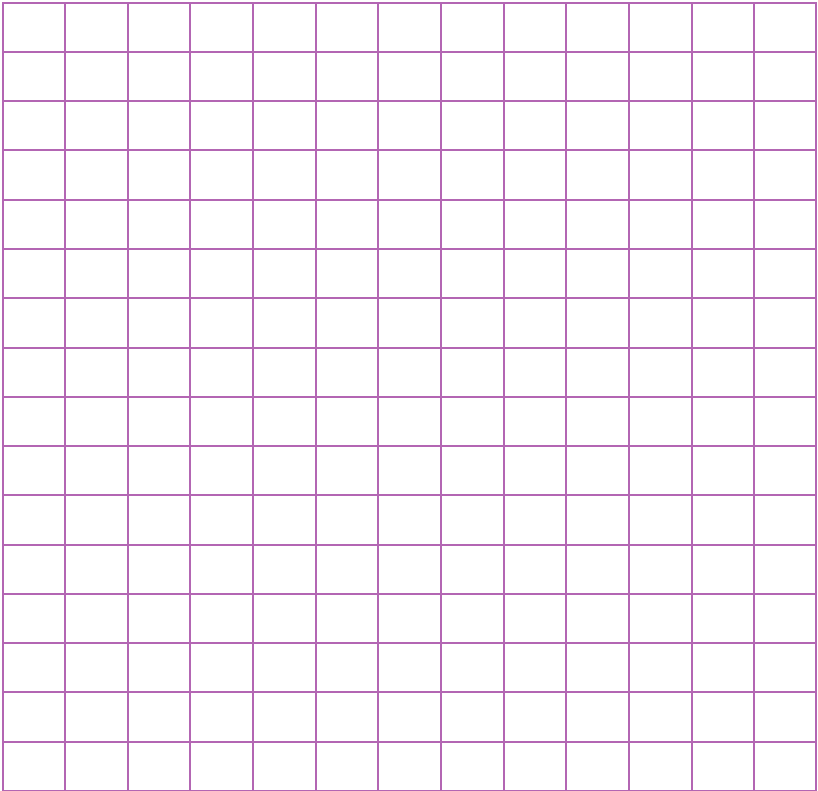
Fuente: Autoría Propia

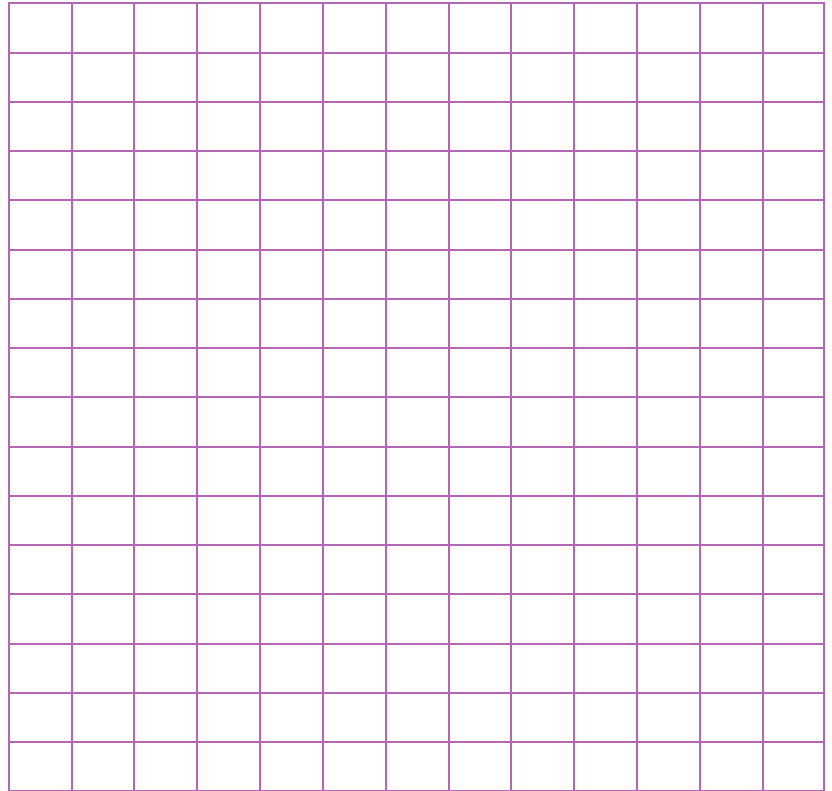
PLACA	FUERZA (N)
Rectangular	
Semicírculo	
En V	
Ojiva	

e. Compare los valores de las fuerzas aplicadas y anote una conclusión.

f. Ahora utilizando los datos de la tabla 9.1, calcule la velocidad para cada placa haciendo uso de la formula: $\mathbf{F} = \eta \frac{S}{L} \mathbf{v}$. Revise en el marco teórico y utilice el coeficiente de viscosidad del agua a 20°C temperatura ambiente de la *Tabla 9.2*.

A full page of blank graph paper with a uniform grid of small squares. The grid consists of 20 columns and 20 rows, creating a total of 400 squares. The lines are thin and black, set against a white background. There are no margins or additional markings on the page.





g. Compare los resultados de las diferentes velocidades obtenidas y realice una conclusión:

MARCO TEÓRICO

ROZAMIENTO VISCOSO

Un tipo de rozamiento diferente se da en el caso del movimiento de un sólido en el interior de un fluido (líquido o gas). Este rozamiento está causado por las colisiones con las partículas del fluido, que deben ser apartadas para que el sólido pueda moverse por él.

Este rozamiento viscoso depende de numerosos factores:

1. **De la velocidad del objeto relativa al fluido que le rodea**, siendo nulo para un objeto en reposo respecto al fluido.
2. **De la naturaleza del fluido**, en particular de su densidad y de su *viscosidad* (medida de su cohesión interna del fluido que no debe confundirse con la densidad; el aceite de oliva es más viscoso que el agua, pero menos denso).
3. **De la forma del objeto**. La forma del objeto influye en el grado de rozamiento viscoso que este pueda presentar.

La forma matemática de la fuerza de rozamiento viscoso puede ser muy complicada. Los dos casos más simples son:

Resistencia lineal

Cuando el fluido es muy viscoso y la velocidad del objeto es pequeña, puede hacerse la aproximación de que la fuerza de rozamiento es proporcional a la velocidad:

$$\vec{F} = -\gamma \vec{v}$$

siendo γ una constante empírica, que depende de la forma y tamaño del objeto y de las propiedades del fluido. Se mide en $\text{N}/(\text{m}/\text{s}) = \text{kg}/\text{s}$. Para una esfera vale $\gamma = 6\pi R\eta$ (η es la viscosidad); en ese caso se conoce la ley para el rozamiento como *ley de Stokes*.

Aquí \vec{v} es siempre la velocidad relativa al fluido. Si este se encuentra en movimiento respecto a un sistema fijo con velocidad \vec{v} habrá que calcular .

$$\vec{v} = \vec{v_{obj}} - \vec{u}$$

Esta fórmula, aunque es muy usada por su simplicidad matemática, posee aplicación limitada, ya que vale para partículas que se mueven lentamente en agua o aceite, pero no es aplicable a cuerpos que se mueven a mayor velocidad, como un barco, o para medios poco densos o viscosos, como el aire.

Para desplazar con velocidad uniforme, \vec{v} , una placa plana situada en la superficie libre de un líquido contenido en un recipiente, es preciso aplicar una fuerza externa \mathbf{F} , la cual es proporcional a la velocidad \vec{v} y al área S y es inversamente proporcional a la profundidad L de la columna líquida, es decir, $\mathbf{F} \propto \frac{Sv}{L}$, de donde:

$$\mathbf{F} = \eta \frac{S}{L} v$$

donde la constante de proporcionalidad η se conoce con el nombre de “coeficiente de viscosidad dinámica” del líquido, el cual depende sustancialmente de la temperatura y se mide en Pa.s.

Para el caso de cuerpos moviéndose dentro de un líquido viscoso, el cociente S/L se suele representar con la letra K y representa el factor geométrico que indica “el frente de ataque” del cuerpo en movimiento; es decir, los frentes que serían observados por personas hacia quien viaja y de quien se aleja el cuerpo. Entonces:

$$F_r = k\eta v$$

es la expresión para la fuerza de rozamiento viscoso que experimenta un cuerpo en movimiento dentro de un fluido. Para una esfera, $K = 6\eta R$. En la tabla 9.2 se presentan algunas sustancias y sus respectivos coeficientes de viscosidad dinámica.

Si un líquido viscoso se mueve dentro de un tubo cilíndrico horizontal, el caudal conducido está dado por la ecuación de Poiseuille:

$$Q = \frac{\pi R^4 (p_1 - p_2)}{8\eta L}$$

donde R es el radio interno del tubo, L su longitud y $p_1 - p_2$ representa la diferencia de presiones entre los extremos del tubo.

COEFICIENTES DE VISCOSO DINÁMICA		
SUSTANCIA	TEMPERATURA	η
	°C	Pa. s
aceite de Ricino	0	5,300
aceite de Ricino	20	0,986
aceite de Ricino	40	0,231
aceite de Ricino	60	0,080
aceite de Ricino	80	0,030
aceite de Ricino	100	0,017
agua	0	1,792E-3
agua	20	1,005E-3
agua	40	6,560E-4
agua	60	4,690E-4
agua	80	3,570E-4
agua	100	2,840E-4
cloroformo	20	5,800E-4
sangre	20	3,015E-3
sangre	37	2,084E-3
benceno	20	6,500E-4
éter	20	2,340E-3
mercurio	20	1,560E-3
aceite de oliva	20	8,405E-2
trementina	20	1,492E-3
aire	0	1,713E-5
aire	20	1,810E-5
aire	40	1,900E-5
aire	60	2,002E-5
aire	80	2,093E-5
aire	100	2,181E-5

Tabla 9.2 - Fuente: Autoría Propia

**Consolidación:**

Lea el siguiente artículo sobre los diferentes tipos de cascos del barco. Luego asocie el contenido del artículo con los resultados obtenidos de la actividad sugerida con el material didáctico.

¿Por qué la forma del casco del barco es importante?

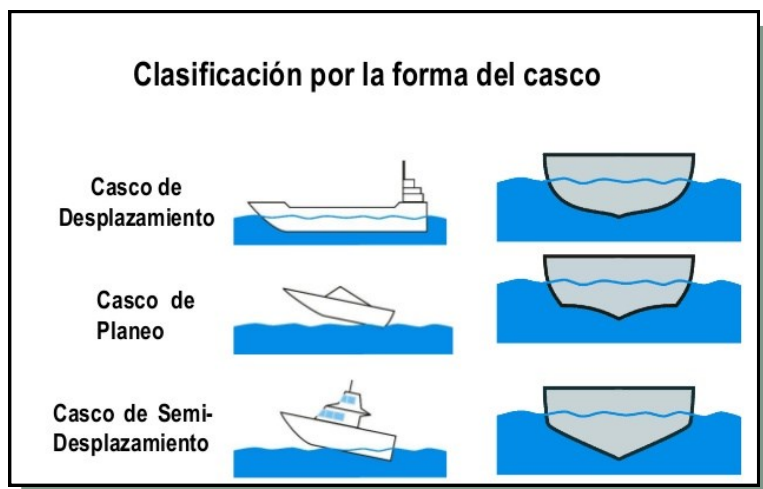


El casco del barco es de las partes más importantes de la embarcación y sin embargo, al estar sumergida, no solemos fijarnos en ella. El casco es el que permite la **flotabilidad** y también deter-

termina medida la **maniobrabilidad** del barco cuando se navega, por eso es importante conocer sus características. Los barcos flotan porque desplazan una cantidad de agua superior a su propio peso. Es un principio básico de la física (fuerza de flotación) que permite que el barco no se hunda: cuando el barco se mueve lentamente o está quieto, su propio peso desplaza el agua a su alrededor y lo mantiene a flote. Sin embargo, cuando se alcanza cierta velocidad, el barco empieza a planear: el casco se eleva sobre la superficie, se reduce el rozamiento y aumenta la velocidad. Así, se pueden encontrar dos diseños básicos en cascos:



- **Casco de desplazamiento:** algunos cascos han sido diseñados para funcionar únicamente a bajas velocidades. Pese a esta limitación de velocidad, son muy eficientes, se mueven muy suavemente en el agua y cumplen su cometido a la perfección. Al tener un casco algo más pronunciado, el movimiento de las olas se nota más.
- **Casco de planeo:** para poder alcanzar altas velocidades en el agua es necesario un diseño que permita una transición rápida hacia el planeo. Así, este tipo de casco tiene una base plana desde la sección media del barco hacia popa. El mamparo de popa debe encontrarse con la base en un ángulo agudo.



Existe una variedad de cascos de planeo con una base totalmente plana, que si bien son extremadamente rápidos, no son

fáciles de controlar y tienden a embestir las olas. En su lugar, darle a la proa una forma más puntiguda permite al casco abrirse camino y deslizarse entre olas. Este detalle tiene un gran impacto en la maniobrabilidad y en la comodidad de la navegación.

- Los **cascos redondeados** son utilizados para velocidades de desplazamiento, ya que proporciona una navegación muy suave. Es muy eficiente también, ya que se necesita muy poca potencia para mover el barco. Normalmente son muy estables, pero cuando hay oleaje, tienden a balancearse demasiado.



Los cascos en **forma de V poco profunda o de semi-desplazamiento** tienen un ángulo de 20° a 25° en el centro de la embarcación y se va reduciendo hasta los 5° o menos conforme avanzamos hacia el espejo de popa. Este diseño proporciona un manejo suave sin renunciar a la velocidad que proporciona un casco plano. Los cascos en **forma de V pronunciada**, es decir con gran pendiente, tienen un ángulo de 25° en el centro que se reduce ligeramente hasta los 20° en la popa. Esta estructura es apropiada para moverse a grandes velocidades en aguas bravas, ya que rompe mejor las olas.

Obtenido de: <http://www.nauticaydeportes.com/noticias/por-que-la-forma-del-casco-del-barco-es-importante/>

2. Escriba la asociación entre el contenido del artículo con los resultados obtenidos de la actividad sugerida con el material didáctico.

3. Resuelva los siguientes ejercicios en su cuaderno de trabajo.

- i. El factor K para el perfil que presenta una bala de fusil de 20 g y 4 cm^3 es 0,8 m. Si se la deja caer dentro de una laguna de agua dulce, ¿qué velocidad límite alcanzará?
- ii. Desde el fondo de una piscina que contiene agua a 20°C se libera una esfera de goma de 1,5 cm de radio y densidad 820 kg/m^3 . ¿Cuál será su velocidad límite?

CONCLUSIÓN

Al finalizar el presente trabajo de titulación se evidencia la importancia del estudio de la Física hoy en día, pues sus teorías ejercen una gran influencia para el entendimiento de otras ciencias. Es por ello, que su estudio debe ser tratado minuciosamente, con una gama amplia de técnicas y estrategias novedosas que el docente pueda aplicar con la finalidad de lograr un aprendizaje significativo en sus estudiantes, permitiendo que estos sean capaces de relacionar sus conocimientos en situaciones cercanas a su realidad.

A través de los resultados obtenidos de las encuestas se pudo identificar con claridad el desinterés de un gran porcentaje de estudiantes por esta asignatura; debido a que no le dedican muchas horas de estudio, no eran capaces de relacionar sus conocimientos con sus situaciones reales en el mayor de los casos, y todavía sienten temor y rechazo hacia la asignatura por el nivel medio - alto de complejidad.

No obstante, también se pudo evidenciar la importancia que consideran sobre el empleo del material didáctico concreto dentro de la enseñanza de la Física II para lograr aprendizajes significativos y duraderos, pues los estudiantes encuestados manifestaron que la materia les resulta un tanto compleja, sin embargo, el uso de material didáctico concreto permitiría despertar su interés y hacer más comprensible la asignatura, resultando entonces éste como algo indispensable en el aula de clase. Así también, la docente que dicta la cátedra de Física II en la entrevista supo manifestar que un material didáctico concreto que esté bien diseñado y elaborado sería de gran ayuda para conceptualizar aquellos contenidos complejos de la asignatura. Por lo que, la elaboración y empleo de material didáctico resultó ser una propuesta acertada para mejorar la enseñanza de esta ciencia.

Por otro lado, la propuesta elaborada está enmarcada dentro de dos corrientes pedagógicas, como son: el constructivismo donde se busca alcanzar el “aprendizaje significativo” en los estudiantes, sin dejar de lado al conductismo que durante años ha estado presente en las aulas de clase. La combinación estratégica de estas dos corrientes ha permitido la elaboración de varias guías didácticas para el uso del docente en la cual se plantean sugerencias aplicadas al uso del material didáctico concreto con varias actividades a desarrollarse en la clase, con el fin de brindar un recurso de apoyo al docente.

Finalmente, a través de esta propuesta se pretende ayudar a que los futuros docentes y quienes ya ejercen la profesión puedan capacitarse en cómo elaborar material didáctico y utilizarlo correctamente dentro de las clases de la Física II, de tal forma que enriquezcan sus conocimientos y sean capaces de explicar paso a paso los temas a tratar con el uso de las guías, relacionando la teoría con la práctica.

RECOMENDACIONES

Una vez culminado el presente trabajo de titulación y evidenciado la importancia que tiene la implementación de material didáctico concreto en la asignatura de Física II, se pone a consideración algunas recomendaciones:

Por medio de los trabajos de titulación se continúe implementando guías didácticas con actividades innovadoras que correspondan al empleo de material didáctico concreto, de tal forma que se mejore su proceso de enseñanza.

Dentro de las guías didácticas proponer ejercicios relacionados a situaciones reales, así también proponer problemas en los cuales se pueda hacer uso del material didáctico y no solo este sirva para la demostración de un tema en particular.

Continuar con la construcción del material didáctico y tomar en cuenta ciertos parámetros como: elaborar material llamativo, duradero y manipulable, considerar el tema al cual va orientado, y principalmente su diseño debe estar pensado y orientado a despertar el interés del estudiante y contribuir a alcanzar un aprendizaje con significado, así también, ayude en la formación de los futuros docentes.

Así también, se recomienda que el material didáctico concreto conjuntamente con sus guías sea accesible a los estudiantes de la carrera y también para aquellos estudiantes que ya egresaron, de tal forma que esté al alcance de todos y pueda servir como una herramienta de apoyo para guiarse y ampliar sus conocimientos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arceo, F. D. (s.f.). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (Segunda ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Auzaque, T. (2008). *Didáctica de la física e innovación en el aula*. GÓNDOLA.3(2), p. 6-15
- Avecillas, S. (2007). *Física II*. Cuenca: Centro de Publicaciones y Difusión.
- Bachiller, R. (2009). *1619: Las tres leyes de Kepler*. Obtenido de <https://www.elmundo.es/elmundo/2009/03/04/ciencia/1236156411.html>
- Ballester Vallori, A. (2005). *El aprendizaje significativo en la práctica*. In V Congreso Internacional Virtual de Educación
- Bello, C. A. (2000). *Encuentro Internacional de Materiales Educativos y Práctica Pedagógica*. Bogotá, Colombia: Guadalupe Ltda.
- Beraha, N. . (2010). *Dinámica del movimiento rotacional: propuesta de experiencias sencillas para facilitar su comprensión*. *Ensino de Física*, 1-5.
- Dinámica de Fluidos: Principio de Bernoulli. Aplicaciones*. (s.f.) Obtenido de https://www.ifa.uv.cl/~jura/Fisica_I/semana_XIII_2.pdf
- Feijoo, R. M. A. (2004). *La guía didáctica, un material educativo para promover el aprendizaje autónomo. evaluación y mejoramiento de su calidad en la modalidad abierta y a distancia de la utpl (didactic guide for promoting self-study the.utpl's open and distance department's quality assessment and improvement)*. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 7(1/2), 179.
- Fernandez, J. (s.f.). *FísicaLab. Obtenido de Momento Angular*: <https://www.fisicalab.com/apartado/momento-angular#contenidos>

FUENTES NAVARRO, T. E. R. E. S. A. (2004). *El estudiante como sujeto del rendimiento académico*. Revista electrónica sinéctica, (25).

Herrero, I. M. (2004). *La utilización de medios y recursos didácticos en el aula*. Madrid, España.

Hidrodinámica. (PDF). (s.f.). Obtenido de

http://amyd.quimica.unam.mx/pluginfile.php/4087/mod_folder/content/0/TEOREMA%20DE%20BERNOULLI.pdf?forcedownload=1

Kohler, J. (2005). *Importancia de las estrategias de enseñanza y el plan curricular*. PEPSIC. 11(11)

León, H. (s.f.) *Tensión Superficial. Obtenido de*

<https://hernanleon1002.wordpress.com/fisica-de-fluidos-y-termodinamica/segundo-corte/marco-teorico/tension-superficial/>

Leyes de Kepler. (s.f). Obtenido de

<https://www.universoformulas.com/fisica/dinamica/leyes-kepler/>

Lucas, F. M. M. (2013). *La manipulación de los materiales como recurso didáctico en educación infantil/The Manipulation of Materials as a Teaching Resource in Childhood Education*. Estudios sobre el mensaje periodístico, 19, 329-337.

Macias, J. (2008). *Dinamica de la rotacion. Obtenido de*

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6615/1/Din%C3%A1mica%20de%20la%20rotaci%C3%B3n.pdf>

MalaCiencia. (Octubre de 2014). Obtenido de Piratas del Caribe: Volcando un barco:

<http://www.malaciencia.info/2014/10/piratas-del-caribe-volcando-un-barco.html>

Mollogon, O., & Colbert, Vicky. (1993). *Hacia la Escuela Nueva*. Santa Fé de Bogotá.

- Moreno, J.(2014). El péndulo de torsión como estrategia para la enseñanza – aprendizaje del movimiento armónico simple “M.A.S” (tesis de postgrado). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Nérici, I. G. (1973). *Hacia una didáctica general dinámica*. Buenos Aires-Argentina: Kapelusz.
- Ortega, A. (s.f.). *Calameo*. Obtenido de <https://es.calameo.com/read/000641981adac47171735>
- Picado, F. (2001). *Didáctica General: una perspectiva integradora*, San José, Costa Rica: Editorial EUNED
- Pulido, W. (2009). *La didáctica de la Física como investigación en la enseñanza de la Física*. GÓNDOLA. 1(4), p. 9-12
- Relación entre las magnitudes angulares y lineales*. (s.f.). Obtenido de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cinematica/circular1/circular1.htm>
- StuDocu. (s.f.). Obtenido de <https://www.studocu.com/en/document/universidad-de-huelva/fisica/mandatory-assignments/problemas-resueltos-de-dinamica-de-la-rotacion/1316691/view>
- Tébar, L. (s.f.). *El profesor mediador del aprendizaje*. MAGISTERIO.
- TEOREMA DE BERNOULLI Y SUS APLICACIONES*. (s.f.). Obtenido de <https://peraltablog.wordpress.com/fisica/segundo-corte/fluidos/bibliografia-de-daniel-bernoulli/teorema-de-bernoulli-y-sus-aplicaciones/>
- Trianes, M. V. (1998). *PSICOLOGÍA DE LA EDUCACIÓN Y DEL DESARROLLO*. Salamanca, España: EDICIONES PIRÁMIDE, S.A.
- Ubaque, K. (2009). *Experimento: una herramienta fundamental para la enseñanza de la física*. GÓNDOLA. 1(4), p. 35-40

LINCOGRAFÍA

EcuRed. Balanza de Torsion. Obtenido de

[https://www.ecured.cu/Balanza de torsi%C3%B3n](https://www.ecured.cu/Balanza_de_torsi%C3%B3n)

“Nuestro lugar en el universo - Carl Sagan”

<https://www.youtube.com/watch?v=0FXvI6m1Uss>

“Las Leyes de Kepler en 2 minutos” <https://www.youtube.com/watch?v=lln0C2--xHk>

Mapa interactivo del Universo <http://gea.esac.esa.int/archive/visualization/>

<https://www.vayagif.com/190314/nuestro-sistema-solar-en-movimiento>

<https://www.youtube.com/watch?v=l5VgOdgptRg>

<http://www.iesaguilarycano.com/dpto/fyq/eureka.html>

<http://www.nauticaydeportes.com/noticias/por-que-la-forma-del-casco-del-barco-es-importante/>

[http://laplace.us.es/wiki/index.php/Fuerzas de rozamiento \(GIE\)](http://laplace.us.es/wiki/index.php/Fuerzas_de_rozamiento_(GIE))

ANEXOS

ENTREVISTA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

INSTRUMENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS
ENTREVISTA DIRIGIDA A LA DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA DE
LA CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

OBJETIVO: La presente entrevista forma parte de nuestro trabajo de Titulación, la cual tiene como propósito la recolección de datos para conocer si el uso de material didáctico contribuye a alcanzar un aprendizaje significativo en la asignatura de Física II.

La información que usted nos proporcione es de carácter confidencial, únicamente se utilizará con fines educativos. Rogamos que responda con sinceridad, ya que de ello dependerá que los resultados de la investigación contribuyan en el mejoramiento de la enseñanza de la Física II.

PLANTILLA DE PREGUNTAS

1. ¿Cómo considera usted la enseñanza de la Física?
2. ¿Considera que el uso del marcador y la pizarra son suficientes para enseñar adecuadamente los temas de la Física II?
3. ¿Cree que el empleo de material concreto como recurso para la enseñanza ayudaría a mejorar la comprensión de los contenidos?
4. ¿Usa material concreto como recurso didáctico dentro de sus clases de Física II?
5. En caso de carencia de material didáctico en el laboratorio de Física, ¿qué recursos utiliza dentro de su planificación de clase?
6. ¿Cómo considera que influye la utilización de material didáctico concreto en el aprendizaje de los estudiantes?
7. ¿El material didáctico concreto que posee el laboratorio es el idóneo para garantizar el aprendizaje en los estudiantes?
8. ¿Recomendaría el empleo de material didáctico para la enseñanza de Física II?
9. ¿Cree que los estudiantes son capaces de relacionar los conocimientos de la Física II con situaciones reales?

ENCUESTA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

INSTRUMENTO PARA RECOLECCIÓN DE DATOS
ENCUESTA DIRIGIDA A ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA DE LA
CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

OBJETIVO: La presente encuesta forma parte de nuestro trabajo de Titulación, la cual tiene como propósito la recolección de datos acerca de cómo utilizan los materiales didácticos los docentes en la enseñanza de la Física II, y si estos contribuyen a un aprendizaje significativo en los estudiantes.

La información que usted nos proporcione es de carácter confidencial, únicamente se utilizará con fines educativos. Rogamos que responda con sinceridad, ya que de ello dependerá que los resultados de la investigación contribuyan en el mejoramiento de la enseñanza de la Física II.

INDICACIONES:

Responda de forma individual con la mayor veracidad.

Lea detenidamente y marque con una X la respuesta que usted considere que es la correcta

1. ¿Cuántas horas a la semana fuera del horario de clase dedicaba al estudio de Física II?

- ☐ 1 hora
- ☐ 2 horas
- ☐ 3 horas
- ☐ 4 horas o más

2. ¿Antes de iniciar un nuevo tema de Física II, revisaba la materia a tratar?

- ☐ Siempre
- ☐ Generalmente
- ☐ A veces
- ☐ De vez en cuando
- ☐ Nunca

3. Según su perspectiva, ¿cuál es el nivel de complejidad de la asignatura Física II?

- ☐ Alto
- ☐ Medio
- ☐ Bajo

4. ¿Considera usted que será capaz de relacionar sus conocimientos de la Física II con situaciones reales?

Siempre	La mayoría de veces sí	Algunas veces	La mayoría de veces no	Nunca

5. ¿Con qué frecuencia el docente empleaba material didáctico para sus clases?

- ☐ Siempre
☐ Casi siempre
☐ Rara vez
☐ Nunca

6. ¿Si se utiliza material didáctico concreto para construir la mayoría de los conceptos, cree que mejoraría su aprendizaje en la asignatura?

- ☐ Muy de acuerdo
☐ De acuerdo
☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo
☐ En desacuerdo
☐ Muy en desacuerdo

7.

En escala de 0 a 5, donde “0” significa no necesario y “5” indispensable, ¿dónde sitúa usted el uso del material didáctico en la enseñanza- aprendizaje de la Física II?

No necesario	0 1 2 3 4 5	Indispensable
--------------	-------------	---------------

8. De la siguiente lista de recursos didácticos ¿cuáles le hubiese gustado que se emplearán en la enseñanza de Física II? Señale 2 opciones como máximo.

- Páginas web
- Software/ simuladores
- Material didáctico concreto
- Textos complementarios
- Videos
- Otros



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANGEL RIGOBERTO ENRIQUEZ TOCTO <angel.enriquez@ucuenca.edu.ec>

UNIVERSIDAD DE CUENCA

RESOLUCIONES DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL 31 DE ENERO DE 2018

1 mensaje

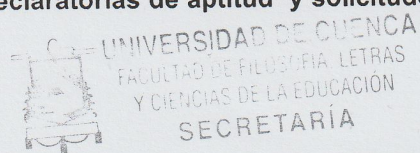
GABRIELA RAQUEL MUNOZ TORRES <gabriela.munozt@ucuenca.edu.ec>

7 de febrero de 2018, 10:47

Para: DOCENTES FACULTAD FILOSOFIA <docentes.fac.filosofia@ucuenca.edu.ec>, ANGEL RIGOBERTO ENRIQUEZ TOCTO <angel.enriquez@ucuenca.edu.ec>, MARIA FERNANDA REYES RIQUETTI <fernanda.reyes@ucuenca.edu.ec>, ELIANA MONSERRATH CUADRADO ORDONEZ <eliana.cuadradoo@ucuenca.edu.ec>, EULALIA CATALINA FAICAN TIMBI <catalina.faican@ucuenca.edu.ec>, PATRICIA ROCIO QUEZADA BERMEO <patricia.quezada@ucuenca.edu.ec>, IRMA MARGARITA DAVILA VAZQUEZ <margarita.davila@ucuenca.edu.ec>, fac.filosofia@ucuenca.edu.ec

ESTIMADOS DOCENTES, FUNCIONARIOS Y ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE FILOSOFIA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACION

Transcribo las resoluciones adoptadas por el Consejo Directivo de la Facultad, en sesion de fech 31 de Enero de 2018, respecto de aprobacion de esquemas de trabajo, declaratorias de aptitud y solicitudes de estudiantes, para su conocimiento:

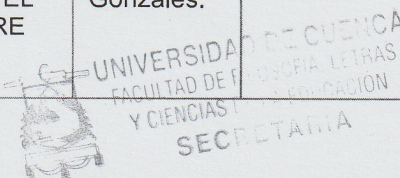


11) Aprobación de esquemas de trabajo final de Titulación, las cuales constan con el informe de aprobación de la Junta Académica de Carrera, de los siguientes estudiantes:

El Consejo Directivo de la Facultad, por existir informe favorable de la Junta Académica de la respectiva Carrera, resolvió aprobar los siguientes diseños de trabajo de titulación y designó como su Director a:

NOMBRE DE ESTUDIANTE	CARRERA	MODALIDAD	TÍTULO TRABAJO TITULACIÓN	DEL DE DIRECTOR	PLAZO CONCEDIDO
STALIN SANTIAGO CHIMBOLEMA CAIÑO	EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA	PROPUESTA DE INNOVACION	GUIA DIDACTICA PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE LA DIVISION DE NUMEROS ENTEROS	Phd. GINA AVILA	10 meses
ANAIS ESTEFANI MAZAPANTA MEZA	CINE Y AUDIOVISUALES	MONOGRAFIA	LA ESTETICA DEL SUBREALISMO PARA LA CONSTRUCCION DE SUEÑOS EN EL CONTOMETRAJE "QUIMERA"	Mag. Galo Torres	11 meses
JOSE FRANCISCO TINITANA JUMBO Y JUAN GEOVANNY YANQUI PUGO	CULTURA FISICA	SISTEMATIZACION DE EXPERIENCIAS PRACTICAS DE INTERVENCION	APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE ACONDICIONAMIENTO FISICO EN LA GUARDIA CIUDADANA DEL CANON CUENCA	Mgt. Teodoro Contreras	6 meses
VIVIANA ELIZABETH CARCHI SANTOS Y SEGOVIA	MATEMATICAS Y FICIA	TRABAJO DE TITULACION	ELABORACION DE MATERIAL DIDACTICO PARA LA ENSEÑANZA DE CIERTOS TEMAS DE FISICA II DE LA	Dr. Santiago Avecillas	10 meses

BERMEO THALIA CRISTINA			CARRERA DE MATEMATICAS Y FISICA DE LA UNIVERSIDAD DE CUENCA		
DIEGO ESTUARDO LARRIVA MARIN Y RAUL GABRIEL TORRES DURAN	MATEMATICAS Y FISICA	TRABAJO DE TITULACION	PROPUESTA DIDACTICA PARA LA ENSEÑANZA DE DINAMICA CON EL USO DE SOFTWARE LIBRE TRACKER	Dra. Neli Gonzáles.	10 meses



Si bien los siguientes estudiantes constan en el punto 12 del orden del día, como solicitudes de declaratorias de aptitud, se aclara que son para aprobación de trabajo final los mismos que por existir informe favorable de la Junta Académica de la respectiva Carrera, resolvió aprobar los siguientes diseños de trabajo de titulación y designó como su Director a:

NOMBRE DE ESTUDIANTE	CARRERA	MODALIDAD	TÍTULO TRABAJO TITULACIÓN	DEL DE DIRECTOR	PLAZO CONCEDIDO
MARISOL ESTEFANIA TORRES PALACIOS	LENGUA Y LITERATURA INGLESA	TRABAJO DE TITULACION	MODERN LITERATURE IN READING AND WRITING II AT THE UNIVERSITY OF CUENCA".	Mgt. Fabián Rodas	6 meses
SOFIA MARCELA EGUES CARRION	LENGUA Y LITERATURA INGLESA	TRABAJO DE TITULACION	USING SITCOMS IN B1/B2 EFL ENVIRONMENTS TO ENHANCE LISTENING SKILLS: A PRAGMATIC APPROACH	Mgt. Fabián Rodas	6 meses
DIANA CATALINA BACULINA SARMIENTO	LENGUA Y LITERATURA INGLESA	TRABAJO DE TITULACION	THE DEVELOPMENT OF THE SPEAKING SKILL THROUGH VISUAL AIDS AT AN A.1. LEVEL, SRC TURI FEMALE INMATES	Mgt. Ana Maria Calle	7 meses
DIEGO EMILIO ORDOÑEZ ABRIL	LENGUA Y LITERATURA INGLESA	TRABAJO DE TITULACION	THE USE OF ASL AS A TOOL FOR TEACHING SIGHT WORDS TO A1 LEARNERS	Mgt. Veronica Leon	6 meses
EFRAIN ENRIQUE VARGAS MUÑOZ	LENGUA Y LITERATURA INGLESA	TRABAJO DE TITULACION	THE DEVELOPMENT OF THE LISTENING SKILL BY USING BALLAD MUSIC FOR A1 EFL STUDENTS	Mgt. Esteban Heras	6 meses
MONICA TRINIDAD BARRERA DIEZ	LENGUA Y LITERATURA INGLESA	TRABAJO DE TITULACION	USING LANGUAGE PLAY THROUGH PUNS AS AN EDUCATIONAL	Mgt. Esteban Heras	8 meses

UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE EQUIPO CONCRETO

DISEÑADO Y CREADO PARA MATEMÁTICAS Y FÍSICA
CON MOTIVO DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

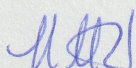
TÍTULO: "ELABORACIÓN DE RECURSOS DIDÁCTICOS COMPLEMENTARIOS PARA EL ESTUDIO DE ALGUNOS TEMAS DE LA FÍSICA 2"

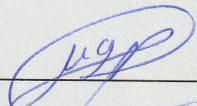
AUTORES: Viviana Carchi, Thalía Segovia.

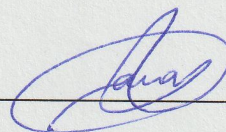
DENOMINACIÓN DEL MATERIAL	P A R Á M E T R O	VALORACIÓN			
		1	2	3	4
Conservación del momento angular orbital	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Momentum angular. Pto rotatorio	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Sistema de 3 poleas. Dinámica Rotacional 1, 2 y 3	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Sistema Planetario	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Péndulo de torsión	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Modelos de superficie de área	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Tensión Superficial	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Barco estable e inestable	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓

Modelo de ala de Avión	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Tubo de Venturi	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Tubo de Pitot	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
Placas de rozamiento viscoso	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				✓
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				✓
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				✓
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				✓
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				

En consecuencia, el juego de materiales que ha sido revisado31.... es validado.
Cuenca, 16 de octubre 2018.







LOS EVALUADORES